



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

MURROSIKÄISEN LAPSEN PÄÄN TIETOKONETOMOGRAFIATUTKI- MUKSEN VARJOAINE-JA SÄTEILY- TURVALLISUUS

Kirjallisuuskatsaus

TEKIJÄ: Tea Mäkilä

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Tea Mäkilä	
Työn nimi Murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksen varjoaine- ja säteilyturvallisuus	
Päiväys 10.02.2018	Sivumäärä/Liitteet 49/2
Ohjaaja(t) Lehtori Pirjo Leppäsaari	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia- ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tietokonetomografiatutkimus on ionisoivaan säteilyyn perustuva koko kehon muuntautumiskykyinen kuvausmodaali, jonka suosio on jatkanut kasvuaan. Tutkimuksissa käytetään yleensä apuna varjoaineita, jotka antavat diagnostiikkaa parantavaa informaatiota anatomiasta tai paikallisesta kudوسفunktiosta. Näitä tutkimuksia tehdään myös lapsille, joille tutkimuksissa käytettävä ionisoiva säteily voi aiheuttaa erityisesti haittaa heidän elimistönsä vielä kehittyessä. Suomessa yleisin lasten tietokonetomografiatutkimus on pään tietokonetomografiatutkimus murrosikäisillä.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla varjoaine- ja säteilyturvallisuuden näkökulmaa murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa. Tavoitteena oli koota tutkimusaineistosta selkeä suomenkielinen taulukko Theseus-tietokantaan, jossa se on terveysalan ammattilaisten ja opiskelijoiden sekä muiden asiasta kiinnostuneiden hyödynnettävissä.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, jonka avulla aiheesta rakennettiin kokonaisvaltaista kuvaa. Toteutuksessa sovellettiin näyttöön perustuvan hoidon kriteereitä, eli aineiston haussa, valitsemisessa ja analysoinnissa käytettiin ajantasaisinta ja luotettavinta tietoa. Tiedonhaku suoritettiin luotettavista tietokannoista, kuten CINAHL Complete, Medic ja PubMed enimmäkseen englanninkielisestä aineistosta. Aineistoksi valittiin yhteensä 14 artikkelia vastaamaan kahteen tutkimuskysymykseen, joiden tulokset kirjattiin synteesitaulukkoon ryhmitettyinä samantapaisiin tuloksiin.</p> <p>Synteesitaulukon tulosten mukaan lasten varjoainetehosteiset tietokonetomografiatutkimukset eivät olleet täysin turvallisia, sillä ne voivat aiheuttaa muun muassa akuutteja munuaisvaurioita sekä syöpää. Tietokonetomografiatutkimukset ovat kuitenkin tarpeellisia muun muassa diagnostiikassa, joten niiden oikeutus, optimointi ja yksilönsuoja ovat tärkeitä. Hoitajien koulutuksella, varjoaineen koostumuksella, aseptiikalla, tutkimuksen teon maanosalla ja laitoksella sekä lasten vanhempien päätöksillä oli myös merkittävä rooli varjoaine- ja säteilyturvallisuuden toteutumisessa.</p> <p>Jatkotutkimukset lasten varjoaine- ja säteilyturvallisuudesta olisivat tarpeen. Varjoaineita pitäisi optimoida enemmän lasten tietokonetomografiatutkimuksiin sopiviksi määrittelemällä lasten elimistölle optimaalisin kemiallinen koostumus. Lasten potilasturvallisuuden takaamiseksi tietokonetomografiatutkimusten käytäntöjen tulisi olla maailmanlaajuisesti yhteneväisemmät.</p>	
Avainsanat Tietokonetomografia, varjoaineet, säteily, turvallisuus, lapset	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Radiography and Radiationteraphy			
Author(s) Tea Mäkilä			
Title of Thesis Contrast media and radiation safety in imaging of head of children in puberty using Computed Tomography			
Date	12.02.2018	Pages/Appendices	49/2
Supervisor(s) Senior Lecturer Pirjo Leppäsaari			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences, Degree Programme of Radiography and Radiotherapy			
<p>Abstract</p> <p>The Computed Tomography scan is a protean full body imaging method that is based on ionizing radiation. The popularity of Computed Tomography scan has been increasing. Contrast medias are being used in the scans to provide more precise information about the patients' anatomy and local tissue function. This information is used to aid in making of the diagnosis. These scans are also being performed to children and the ionizing radiation of these scans may cause more notable damage to children's bodies compared to adults as children's bodies are still developing. In Finland the most popular children's Computed Tomography scan is imaging of head which is being performed to children in puberty.</p> <p>The purpose of this thesis was to create a descriptive literature review about the safety of usage of radiation and contrast medias in imaging of the head with Computed Tomography that is being performed to children in puberty. The aim of this study was to compile a clear table in Finnish about the research material. This thesis is meant to be published in the Theseus database where it can be read by healthcare professionals, students and other people who are interested in the subject.</p> <p>The thesis was carried out as a descriptive literature review that looks at the bigger picture of the subject. The criteria for the research material that was used in this thesis was based on evidence-based treatment. Only the latest and most reliable research material was selected for this thesis. The search for the research material was carried out only from reliable databases such as CINAHL Complete, Medic and PubMed. Most of the selected research material was written in English. In the end 14 articles were selected to answer the two research questions in this thesis and the results were compiled into a synthesis table grouped into similar results.</p> <p>The Computed Tomography scans that use contrast medias were not completely harmless according to the results in the synthesis table. These scans may cause for example cancers and acute kidney failuries. Computed Tomography scans are nevertheless necessary for example for diagnostic purposes. For this reason the legitimacy, optimization and personal protection for these scans are important. Such things as the education of nurses, contrast medias composition, aseptic working methods, the continent and the facility where the scan was performed and the decisions which the children's parents made played an important role in the implementation of contrast media and radiation safety.</p> <p>Further researches are needed for contrast media and radiation safety regarding the imaging of children. The contrast medias should be optimized for the children's Computed Tomography scans by defining the optimum chemical structure and composition for the children's bodies. To ensure the patient safety for children, the practices in Computed Tomography scans should be more consistent around the globe.</p>			
Keywords Computed Tomography, contrast media, radiation, safety, children			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	MURROSIKÄISEN LAPSEN PÄÄN TIETOKONETOMOGRFIATUTKIMUS	6
2.1	Tietokonetomografiakuvauksen periaate.....	6
2.2	Murrosikäinen lapsi päään tietokonetomografiatutkimuksessa.....	9
2.3	Murrosikäisen lapsen päään tietokonetomografiatutkimuksen hyvän kuvan kriteerit	11
3	VARJOAINE- JA SÄTEILYTURVALLISUUS MURROSIKÄISEN LAPSEN PÄÄN TIETOKONETOMOGRFIATUTKIMUKSESSA	12
3.1	Varjoaineturvallisuus	12
3.2	Säteilyturvallisuus	15
3.3	Säteilyannoksen määrittämisen tavat	17
4	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	20
5	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	21
5.1	Menetelmänä kuvaileva kirjallisuuskatsaus.....	21
5.2	Aineiston hankinta	22
5.3	Aineiston valintakriteerit	25
5.4	Aineiston analyysi ja kuvaus	26
6	TULOKSET	28
6.1	Varjoaineturvallisuuden toteutuminen murrosikäisen lapsen päään tietokonetomografiatutkimuksessa 28	
6.2	Säteilyturvallisuuden toteutuminen murrosikäisen lapsen päään tietokonetomografiatutkimuksessa	29
7	POHDINTA.....	31
7.1	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	31
7.2	Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys	32
7.3	Ammatillinen kehitys	34
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	37
	LIITE 1. SYNTEESITÄULUKKO.....	43
	LIITE 2. SWOT-ANALYYSI	49

1 JOHDANTO

Tietokonetomografiatutkimus eli TT perustuu perinteisen röntgenkuvauksen tavoin ionisoivan röntgensäteilyn käyttöön. Ionisoiva säteily on elimistölle haitallista ja erityisesti siitä on haittaa lapsille heidän vielä kehittyvän elimistönsä vuoksi. Suomessa turvallisuuskulttuuria säteilyn suhteen ohjaavatkin säteilylaki ja -asetus. Turvallisuuskulttuuriin liittyy olennaisesti myös potilasturvallisuus, jota ovat ne terveydenhuollossa toimivien yksilöiden ja organisaation periaatteet ja toiminnot, joiden tavoitteena on varmistaa hoidon turvallisuus sekä suojata potilasta vahingoittumasta. Tarkoituksena on antaa potilaalle oikeaa hoitoa oikeaan aikaan ja oikealla tavalla, täten tutkimuksista ja hoidosta aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa potilaalle. Tietokonetomografiatutkimuksissa käytettävät varjoaineet saattavat aiheuttaa potilaille haittavaikutuksia, kuten munuaisvaurioita ja anafylaktisia reaktioita, joten niiden käytölle tulee olla perusteltu syy. Varjoaineturvallisuus nykypäivänä on kuitenkin melko hyvä, sillä varjoaineista aiheutuvien reaktioiden esiintyvyys on vain noin 1 prosentti. (Sequeiros ym. 2016.)

Lapset pitäisi huomioida nykyterveydenhuollossa entistä paremmin (Petäjä ja Mertsola 2013). STUK (2012, 6) eli Suomessa säteily- ja ydinturvallisuutta valvova sosiaali- ja terveysministeriön hallinnonalainen Säteilyturvakeskus kuvaa uusimmassa lasten TT-tutkimusohjeistuksessaan lapsien olevan erityisasemassa säteilysuojelun kannalta, sillä lapsena saatu sädeannos lisää syövän riskiä enemmän kuin vastaava sädeannos lisäisi aikuisella. Englannissa, Walesissa ja Skotlannissa suoritettiin kansallisissa terveydenhuoltojärjestelmissä tutkimus, jossa tutkittiin alle 22-vuotiaiden syövän riippuvuutta heille tehdyistä tietokonetomografiatutkimuksista vuosina 1985–2002. Tutkittavilla ei ollut syöpädiagnoosia ennen heidän ensimmäistä tietokonetomografiatutkimusta. Leukemia todettiin 2 vuotta heidän ensimmäisen tietokonetomografiatutkimuksen jälkeen jopa 74 lapsella 178 604 lapsesta. Aivokasvain todettiin viiden vuoden jälkeen heidän ensimmäisestä tietokonetomografiatutkimuksesta 135 lapsella 176 587 lapsesta. Suuren sädeannoksen huomattiin moninkertaistavan riskin sairastua syöpään. (Pearce 2012, 1.)

Tietokonetomografiatutkimukset ovat yleistymässä vuosi vuodelta. Tietokonetomografiatutkimukset ovat erittäin hyviä diagnostisten ominaisuuksiensa vuoksi, mutta riskinä niissä on pediatriassa eli lasten kuvauksissa lapseen kohdistuva suuri sädeannos, joka on perinteistä natiiviröntgentutkimusta 100–500 kertaa suurempi. (Miglioretti 2013, 2.) Suomessa yleisempiä pään tietokonetomografiatutkimukset ovat murrosikäisillä eli 13–16 -vuotiailla (STUK 2016, 35).

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla varjoaine- ja säteilyturvallisuuden näkökulmaa murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa. Aihe on ajankohtainen, sillä turvallisuuden merkitys korostuu koko ajan (Brenner ja Hall 2007, 2277). Murrosiän valitsin rajaukseksi, sillä se on ylivoimaisesti suurin pediatriinen ryhmä Suomessa, joille tehdään pään tietokonetomografiatutkimuksia (STUK 2016, 35). Tavoitteena on koota tutkimusaineistosta selkeä suomenkielinen taulukko Theseus-tietokantaan, jossa se on terveysalan ammattilaisten ja opiskelijoiden sekä muiden asiasta kiinnostuneiden hyödynnettävissä. Tilajana toimii Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma.

2 MURROSIKÄISEN LAPSEN PÄÄN TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUS

Nykyaikana etsitään koko ajan uusia ja muunnellaan vanhoja lääketieteellisiä kuvausmenetelmiä, jotta sädeannokset pienenisivät ja kuvanlaatu paranisi (Seeram 2016, 2). Tietokonetomografia kehittyi natiiviröntgenkuvauksesta vuoden 1971 kliinisen esittäytymisensä jälkeen aksiaaliseen aivojen neuroradiologisesta kuvantamisesta muuntautumiskykyiseksi koko kehon modaliteetiksi (Dance 2014, 284). Sen käyttö on kasvanut räjähdysmäisesti vuosien kuluessa. (Brennel, Hall 2007, 1.) Suomessa vuonna 2015 tietokonetomografiatutkimuksia tehtiin 444 196 kappaletta ja tutkimusten määrä vuodesta 2011 nousi 35,1 prosenttia vuoteen 2015 mennessä. Vuonna 2015 lasten tietokonetomografiatutkimuksia raportointiin 5 311 kappaletta ja tilastoista oli nähtävissä, että tutkimukset yleistyivät huomattavasti lapsen iän noustessa. Murrosikäisille pääntietokonetomografiatutkimuksia tehdään kaikkein yleisemmin, ja heille pääntietokonetomografiatutkimuksia tehtiin vuonna 2015 jopa 585 kappaletta. (STUK 2016, 17–32.) Tyypillisemmät indikaatiot murrosikäisen pääntietokonetomografiatutkimukselle ovat epäily akuutista aivotapahtumasta, kuten esimerkiksi kallonsisäisen verenvuoto sekä aivokammiosunttipotilailla aivokammioiden koon tarkistus, jos MRI ei ole käytettävissä (STUK 2012).

2.1 Tietokonetomografiakuvauksen periaate

Tietokonetomografiakuvaus perustuu monista eri suunnista potilaan läpi siirtyneiden röntgensäteiden mittaamiseen. Eri suuntien profiilit saadaan käyttämällä detektoririvistöä, joka yleensä sisältää 800–900 detektorielementtiä. Röntgenputki ja detektoririvistö kiertävät potilasta ja näin potilaasta on mahdollista saada erittäin suuri määrä eri suunta- ja profiileja. Potilaan läpi siirtyneitä profiileja käytetään tietokonetomografiakuvan rekonstruktioon eli uudelleen muodostukseen, joka koostuu pikselien matriisista. (Dance 2014, 257.)

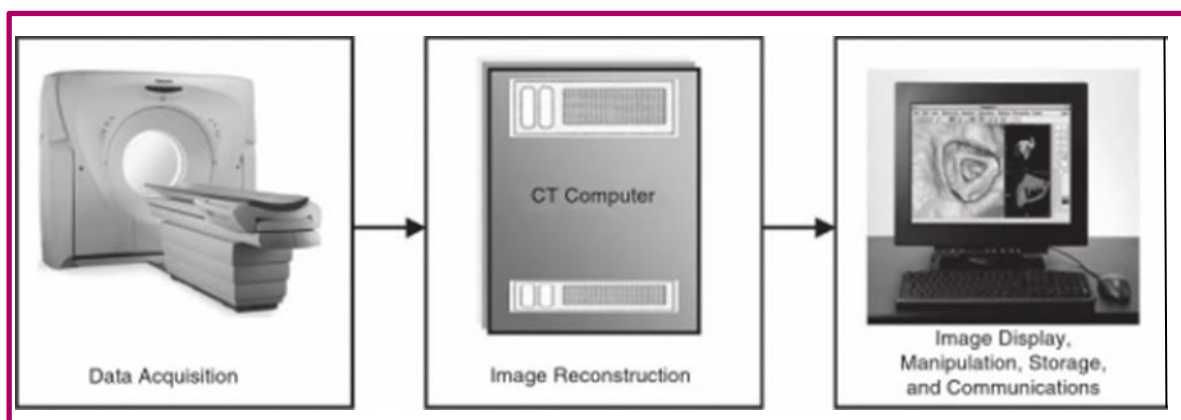
Eri elinten ja kudosten yksilölliset atomitaso rakenteet absorboivat röntgensäteilyä eri tavalla, ja tähän perustuukin koko diagnostisen röntgensäteilyn käytön periaate (Dance 2014, 89). Röntgensäteily muodostetaan diagnostiseen kuvantamiseen tarkoitetuissa röntgenlaitteissa järjestelmällä, jossa teholahteenä toimiva röntgengeneraattori ohjaa säteilylähteenä toimivaa röntgenputkea. Muotoilu putkesta lähtevälle säteilylle tapahtuu rajauskaihtimilla, jolla saadaan säteily kooltaan ja muodoltaan tarkoituksenmukaiseksi. (Dance 2014, 102; Sequeiros ym. 2016.)

Röntgenputki muodostuu tyhjiöstä, volframihehkulangasta eli katodista, anodilautasesta sekä roottorista joita ympäröi metallikuori sekä staattori. Röntgensäteily syntyy röntgenputken sisällä, jossa elektronit kiihdytetään tasajännitteellä (Dance 2014, 89–111.) Tarkemmin sanottuna katodina toimivaa volframihehkulankaa kuumennetaan vähintään 2000 celsiusasteeseen johtamalla virtaa sen läpi, jolloin elektroneja karkaa hehkulangalta. Elektronit kiihdytetään kohti anodia katodin ja anodin välisen suurjännitteen avulla. Katodilta anodille siirtyneiden elektronien määrän yhden sekunnin aikana kertoo röntgenputken virta mA ja käytetty kiihdytysjännite kV määrää syntyvän röntgensäteilyn maksimienergian. (Dance 2014, 89–109; Sequeiros ym. 2016.)

Röntgenputken toimintaa ohjaa röntgengeneraattori, jonka tehtävänä on kehittää tarvittava virta elektronien irrottamiseen sekä synnyttää suuri tasajännite elektronien kiihdyttämistä varten. Muuntamalla sähköverkosta tai esimerkiksi akusta saatava jännite suurjännitemuuntajassa röntgenputkea ohjaavaksi suurjännitteeksi on tämä mahdollista. Röntgengeneraattorin säätöpöydästä asetetaan kuvauskohteelle sopiva virta, jännite ja kuvausajat sekä valitaan muut kuvauskohteeseen ja geometriaan liittyvät asetukset ja valotusautomaatiikan valinnat. (Dance 2014, 89–109; Sequeiros ym. 2016.)

Varsinaista röntgensäteilyä synnyttää vain pieni määrä elektronien energiasta. Röntgensäteilyllä tarkoitetaan jarrutussäteilyä eli Bremsstrahlungia sekä karakteristista röntgensäteilyä eli ominaissäteilyä. (Dance 2014, 89–109; Sequeiros ym. 2016.) Karakteristista säteilyä syntyy, kun fotoni tai elektroni virittyy, niiden ionisaatioissa sekä comptonin sironnassa eli fotoni osuu ulkokuoren elektroniin ja luovuttaa vain osan energiastaan ionisaatiossa (Dance 2014, 90–91). Jarrutussäteilyssä kiihdytetyt elektronit hidastuvat voimakkaasti anodimateriaalin atomytimien sähköisessä kentässä, jolloin energiaa vapautuu jarrutussäteilynä. Tästä muodostuu jatkuvaenerginen röntgensuihu, joka poistuu putkesta läpäisevän ikkunan kautta. Jarrutussäteilyä on noin 80–95 prosenttia ja karakteristista säteilyä noin 5–20 prosenttia röntgenputkesta syntyvästä säteilystä. (Dance 2014, 89–109; Sequeiros ym. 2016.)

Tietokonetomografiakuvan muodostaminen eroaa normaalista röntgenkuvauksesta (Bushong 2013, 449). Tietokonetomografikuvauksessa käytetään matemaattista rekonstruktiota projektioista, näin saadaan muodostettua teräviä ja selkeitä anatomisia leikekuvia. Rekonstruoidut kuvat ihmiskehosta saadaan käyttämällä huomattavaa määrää projektioita eri suunnista. Säteily läpäisee jokaisen leikkeen tietyllä tavalla ja heijastuu detektorille, joka lähettää signaalia tietokoneelle prosessoitavaksi. Tietokone muodostaa teräviä ja selkeitä kuvia kohteen sisäisistä rakenteista. Tietokonetomografiakuvan muodostuminen koostuukin kolmesta kohdasta (kuva 1), jotka ovat informaation luovuttaminen eli data acquisition, informaation uudelleenrakennus eli image reconstruction sekä kuvan esittäminen eli image display. (Seeram 2016, 2-3.)



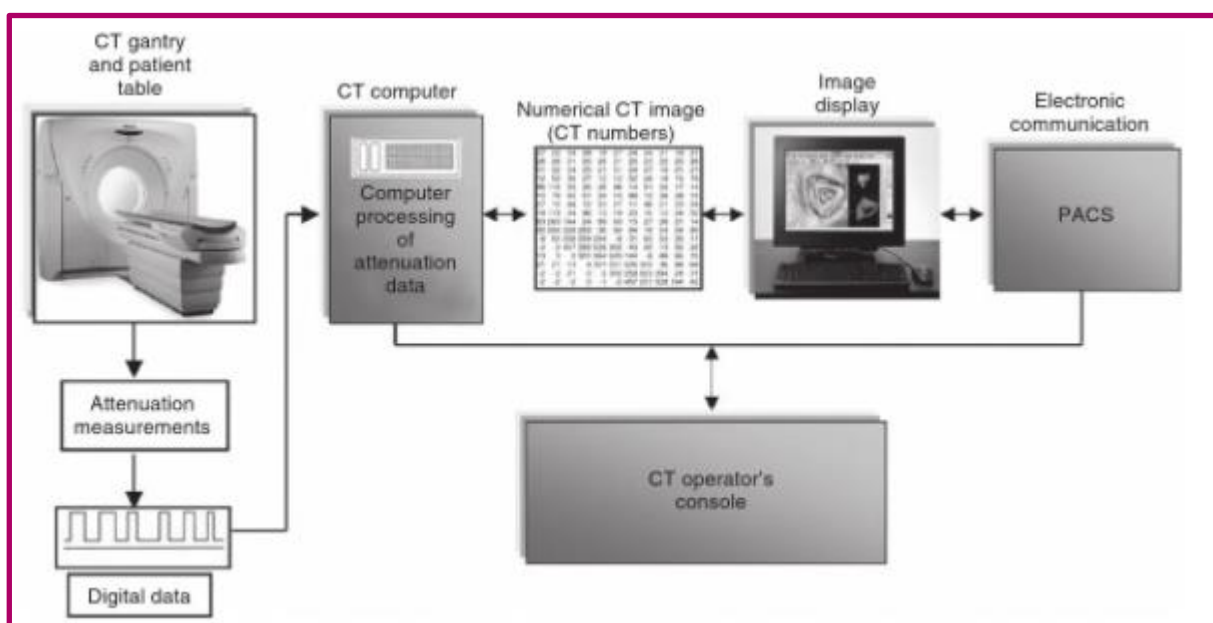
KUVA 1. Kuvanmuodostuksen kolme vaihetta (Seeram 2016, 3.)

Ensimmäinen askel tietokonetomografikuvauksessa on informaation keräys (Seeram 2016, 3). Se tapahtuu, kun röntgensäteet läpäisevät potilaan ja osuvat detektorille, joka mittaa transmissionin arvon tai vaimenemisen. Tarkemmin sanottuna detektoriryhmyksen tehdessä yhden pyyhkäisyn tai

käännöksen potilaan halki, sisäiset kehon rakenteet ohentavat röntgensäteilykimpun massan tiheyden ja efektiivisen atomimäärän. Säteilyn tunnistettu intensiteetti vaihtelee ohennetun sarjan mukaan ja niin intensiteetin profiili tai projektiio on muodostettu. Käännöksen lopussa lähdedetektoriryhmitys palaa lähtöasentoonsa, jolloin koko ryhmitys pyörähtää ja aloittaa toisen käännöksen. Toisen käännöksen aikana detektorin signaali on taas verrannollinen röntgensäteilykimpun anatomisten rakenteiden ohentumisen kanssa ja toinen projektiio on kuvattu. Prosessia monia kertoja toistaessa saadaan tuotettua määrällisesti paljon projektioita. Tuotetut projektiot eivät ole visuaalisesti näkyvissä, mutta ovat säilötty digitaaliseen muotoon tietokoneella. (Bushong 2013, 439; Seeram 2016, 3.)

Vaaditaan lukuisia röntgensäteiden siirtymisten mittauksia, jotta saataisiin rekonstruoitua saadusta informaatiosta tietokonetomografiakuva. Tämä saatu informaatio on peruste tietokonetomografiakuvan rekonstruktioon, joka tapahtuu tietokoneella. Ennen kuvan rekonstruktioita täytyy mitatun informaation logaritmi olla laskettu. Mitattu normaalisoitu transmissioni eli siirtyminen on käänteinen logaritmi joka tuottaa lineaarisen suhteen tuotteen kanssa. (Dance 2014, 267; Seeram 2016, 4.) Yksinkertainen mitatun transmissionin takaisinprojektioointi on yksi tapa rekonstruoida kuva. Siinä ongelmana on kuitenkin saadun kuvan sumuisuus. Parempi keino rekonstruoida kuva on suodatettu takaisin projektioointi, ja se onkin yleisin käytössä oleva tapa rekonstruoida tietokonetomografiakuva. Suodatettu takaisinprojektioointi koostuu neljästä matemaattisesta operaatiosta. (Dance 2014, 267.)

Kun tietokone on rekonstruoinut kuvan, voidaan rekonstruoitu kuva esittää ja tallentaa myöhempää katselua ja analyysia varten (kuva 2). Yleensä kuva esitetään katodisädeputkella, mutta nykyään on muitakin tapoja, kuten kosketusnäytöllinen teknologia. Kuvat säilötään useimmiten kuva-arkistoon PACS:iin eli tietokoneohjelmaan, jolla voidaan arkistoida ja tarkastella lääketieteellisiä kuvia. Tämä siksi, että kuvia pääsee tarkastelemaan helpommin, kun kuvat eivät ole yhdellä koneella yhdessä sairaalassa vaan verkossa informaalisena. (Seeram 2016, 4-5.)



KUVA 2. Kuvanmuodostus gantrista PACS:iin (Seeram 2016, 5.)

Tietokonetomografiakuvauslaite koostuu gantrista ja pöydästä (kuva 3). Gantri sisältää kaikki systeemin komponentit, joita tarvitaan tallentamaan potilaan profiilien transmissio. Komponentit ovat kiinnitetty gantriin jota voidaan pyörittää, sillä transmissioiden profiilien pitää olla tallennettu eri suunnista. Gantri sisältää myös röntgenputken korkeajännitegeneraattorin, putken jäähdytysjärjestelmän, kollimaattorin, sädekimpun filtit, detektorikaaren sekä informaation keräys -järjestelmän. Näiden komponenttien rakenne on monimutkainen, sillä niiden täytyy kestää vahvaa keskihakuvuutta silloin, kun gantri pyörii nopeasti. (Dance 2014, 262.)

Pöytä on gantrin tavoin tärkeä tietokonetomografiakuvauksessa, jotta korkeissa kierrosnopeuksissa saataisiin täsmällinen informaatio hankittua. Pöydän suunnittelu ja rakenne on suunniteltu kestämään suuria painoja taipumatta. Potilas makaa pöydällä joko pää tai jalat edellä, kuvauksesta riippuen. (Dance 2014, 263.)



KUVA 3. Gantri ja pöytä (Seeram 2016, 13.)

2.2 Murrosikäinen lapsi pään tietokonetomografiatutkimuksessa

Murrosikä alkaa lapsilla 10–15 vuoden iässä. Murrosiässä lapsi siirtyy lapsuudesta aikuisuuteen, jolloin lisääntymistoiminnoissa tapahtuu huomattavia muutoksia. Sukuelimet kehittyvät lopulliseen muotoonsa ja sekundaariset sukupuolitunnusmerkit kehittyvät. Lapsesta tulee lisääntymiskykyinen. Murrosiässä myös pituuskasvu lisääntyy voimakkaasti, kunnes murrosiän päättyessä pysähtyy. Murrosiän pituus on yleensä 2–6 vuotta, mutta keskimäärin se kestää 4 vuotta. Tyttöillä murrosikä alkaa usein 1–2 vuotta poikia aiemmin. Ensimmäinen fyysinen merkki tyttöjen murrosiän alkamisesta on rintojen kasvu, joka alkaa yleensä 10–11 vuoden ikäisenä jolloin veren estradiolipitoisuus alkaa kasvaa. Kuukautiset alkavat nykyään noin 13-vuotiaana, mutta ensimmäisinä kuukautiskierron ei irtoa munasoluja, sillä ensimmäinen ovulaatio tapahtuu yleensä vasta 1–2 vuoden kuluttua. (Sand ym. 2011, 513–514.) Pojilla murrosikä alkaa kivesten kasvamisella, joka usein alkaa 10–13 vuoden iässä. Siitinkin alkaa kasvaa ja ulkoiset sukupuolielimet saavuttavat lopullisen kokonsa muutamassa vuodessa. Testosteronituotannon lisääntyminen mahdollistaa tapahtuneet muutokset. (Sand ym. 2011, 514.)

Lapset eroavat aikuisista monella tapaa, joista useimmat on selitettävissä kasvun ja aikuistuminen aikaisilla fysiologisilla muutoksilla. Lapsen kuvauksessa huomioon pitää ottaa myös psykologinen puoli, sillä lapselle kuvausympäristö on usein vieras, henkilökunta on pukeutunut oudosti, asennot voivat olla epämukavia, liikkuminen on kielletty ja joskus pitää myös pidätellä henkeä. Nämä seikat voivat aiheuttaa lapselle psykologista stressiä. Tämän takia ympäristön pitäisi olla tehty ystävälliseksi ja rauhalliseksi, muun muassa piirroksilla ja valokuvilla, ja lämpötila pitäisi olla säädetty sopivaksi. Henkilöstön pitäisi olla koulutettu kuvaamaan lapsia ja aikaa pitäisi varata tarpeeksi, jottei tarvitsisi kiirehtiä. Joskus lapset tarvitsevat kuitenkin sedaation tai anestesian kuvausta varten, muun muassa aivojen perfuusiokuvauksessa. (Sorantin, Weissensteiner, Hasenburger, Riccabona 2011, 1043–1044.)

Suomessa lapsilla on aikuisten lisäksi oikeus vaikuttaa omaan hoitoonsa. Laki potilaan asemasta ja oikeudesta (Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 785, 7 §) sanoo, että alaikäisen potilaan mielipide koskien hänen hoitoaan on selvitettävä, mikäli se on hänen ikäänsä ja kehitystasoonsa mahdollista. Mikäli alaikäinen kykenee itse päättämään hoidostaan, on häntä hoidettava yhteisymmärryksessä hänen kanssaan ja toisaalta jos hän ei pysty päättämään hoidostaan itse, on oltava yhteisymmärryksessä hänen huoltajansa tai muun laillisen edustajan kanssa. (Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 785, 9 §.)

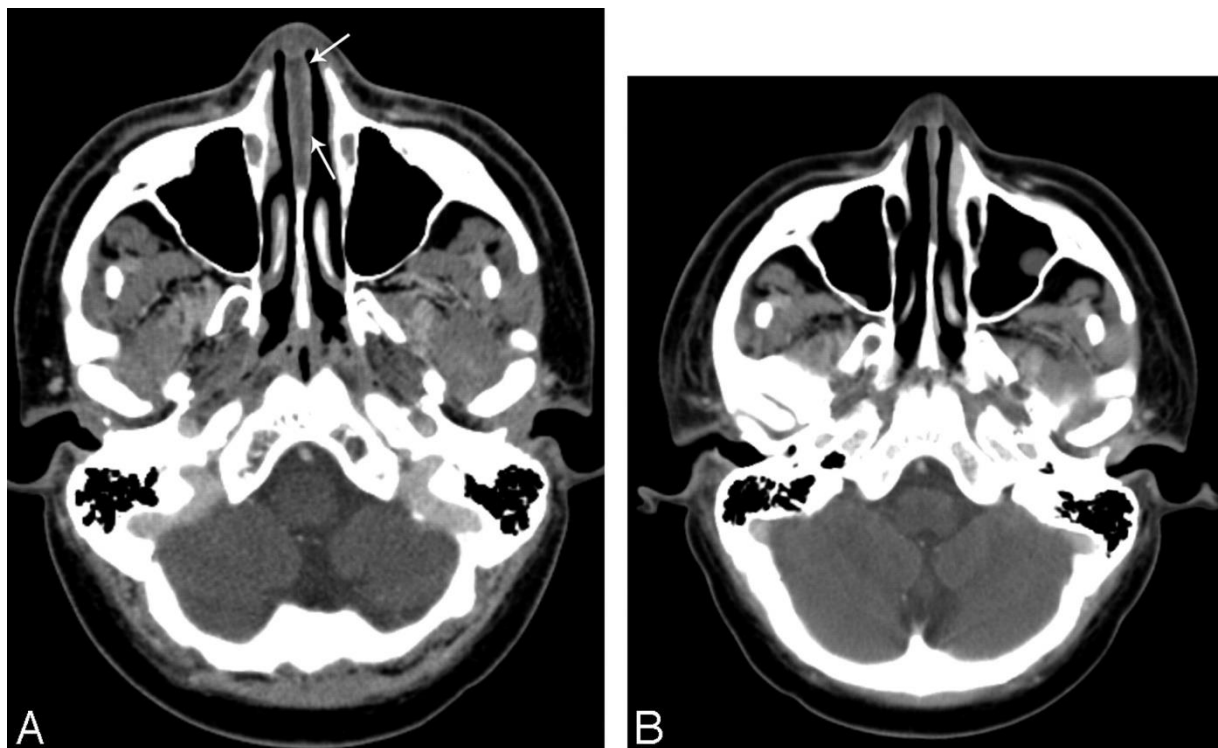
Tietokonetomografiatutkimuksia vältellään lapsilla sen ionisoivan säteilyn syöpäriskin vuoksi (Miglioretti, Johnson, Williams 2013, 2). Lapset ovat aikuisia hauraampia. Heillä on vähemmän kehittyneet, nopeasti jakautuvat kudokset jotka ovat herkempiä ionisoivan säteilyn vaikutuksille. Lasten eliniänodote on myös korkeampi, eli heillä on enemmän aikaa sairastua ionisoivan säteilyn altistamille syöville kuin aikuisilla. (Rao, Bekhit, Ramanauskas ja Kumbla 2011, 8.)

Lapset pyritään ensisijaisesti kuvaamaan magneettikuvauksella tai ultraäänikuvauksella, sillä tietokonetomografiatutkimusta syntyy lapselle säderasitusta. Tietokonetomografiatutkimukselle on olemassa kuitenkin indikaatioita, eli perusteluita tutkimukselle. Tällaisia indikaatioita ovat akuutit tilanteet, magneetin ollessa vasta-aiheinen eli ei käytettävissä ja erikoistapaukset, kuten TT-angiografia akuutin verisuonimuutoksen kuvantamisessa. (STUK 2012, 25–26.)

Iso-Britanniassa on tehty lasten tietokonetomografiatutkimusten akuuteille indikaatioille suosituksia (Dunning 2009, CHALICE rule), joista STUK (2012, 40) on koonnut oman versionsa. Näitä kriteerejä käytettäessä sensitiivisuus ennustaa kliinisesti merkittävä aivovamma oli jopa 98 prosenttia ja spesifisyys 87 prosenttia. Siinä kriteereinä ovat uneliaisuus tai poikkeava käytös, neurologinen puutosoire, yli viiden minuutin tajuttomuus, yli kymmenen minuutin muistikatkos, kallonpohjanmurtuman oire tai löydös, epileptinen kouristuskohtaus, toistuva tai lisääntyvä oksentelu, lisääntyvä päänsärky, korkeaenerginen vamma tai monivamma. (STUK 2012, 40.)

2.3 Murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksen hyvän kuvan kriteerit

Murrosikäisen lapsen, kuten minkäikäisen lapsen tahansa, tietokonetomografiatutkimus on suunniteltava erityisen tarkasti ja yksilöllisesti juuri kyseiselle lapselle sopivaksi. Tutkimus on suunniteltava siten, että hyvän tietokonetomografiatutkimuksen kriteerit täyttyvät (kuva 4). Näitä kriteerejä ovat tapauskohtaisesti ja monipuolisesti muokatut kuvauskäytännöt, mahdollisimman pieni kuvausalueen pituus huomioiden indikaatiot ja saadut esitiedot sekä radiologin sanelema kuvanlaatu. (STUK 2012, 6.)



KUVA 4. 17-vuotiaan murrosikäisen pojan tietokonetomografiakuvat hyvän kuvan kriteereiden mukaisesti (Debnam, Gillenwater ja Ginsberg).

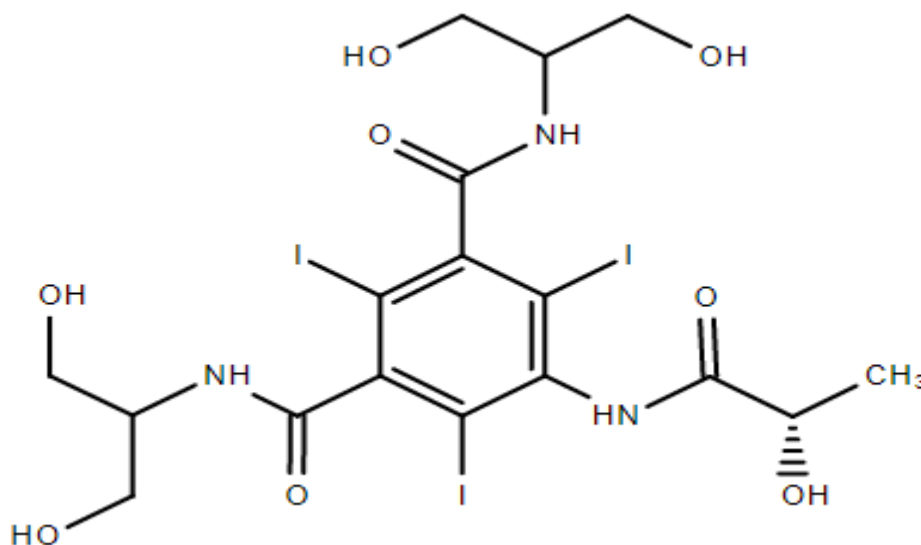
Kuvauskäytäntöjä eli protokollia on paljon erilaisia. Aikuisille on olemassa pään tietokonetomografiatutkimuksiin protokollia muun muassa orbitaalien ja kasvojen luiden kuvaamiseen. Lapsille on kuitenkin olemassa omat protokollansa. (McConnell 2011, 85–88.) Varsinkin lapsia kuvattaessa ionisoivalla säteilyllä, täytyy kuvausalue pitää mahdollisimman minimaalisena. Anatomia pitää siis tuntea. Murrosikäistä lasta kuvattaessa on myös muistettava, että lapsi on tuolloin jo sukukypsä, eli sukuelimiä täytyy suojella niin hyvin kuin mahdollista. (Sand ym. 2011, 514; STUK 2012, 6.)

3 VARJOAINE- JA SÄTEILYTURVALLISUUS MURROSIKÄISEN LAPSEN PÄÄN TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSESSA

Varjoaine on radiologisissa kuvantamistutkimuksissa käytössä oleva elimistöön laitettava diagnostinen valmiste, jonka elimistön dynamiikka eli verenkierto sekä suoliston mobiliteetti siirtävät antopaikasta tutkittavaan kohteeseen antaen näin diagnostiikkaa parantavaa informaatiota anatomiasta tai paikallisesta kudوسفunktiosta. (Sipola 2012, 1.) Turvallisuus käsitteenä voidaan ymmärtää eri tavoin. Usein se määritellään kuitenkin olevan vapautta uhkista tai kykyä puolustautua niitä vastaan. (Eskola 2008.) Varjoaineesta saattaa olla potilaalle haittaa, jonka takia sen annon pitäisi olla suurempi hyöty kuin mahdollinen haitta olisi (Sipola 2012, 1). Varjoaineturvallisuutta pyritään parantamaan kehittämällä varjoaineita, kartoittamalla potilaan mahdollisia riskejä kuvaukselle sekä varautumalla kuvauksen aikana potilaalle mahdollisesti aiheutuviin reaktioihin. (Thomsen 2010, 77.) Säteilyturvallisuus on potilaan, työntekijän ja väestön suojaamista vahingoittavalta säteilyltä (Säteilysuojelulaki 1991/592).

3.1 Varjoaineturvallisuus

Varjoaineiden prototyyppi keksittiin vuonna 1918 kun huomattiin, etteivät jodipitoiset aineet päästä röntgensäteitä lävikseen. Nykyiset varjoaineet saivat edeltäjänsä 1900-luvun alussa, jolloin bentseeninrenkaaseen yhdistettiin jodiatomeja saaden ionisoituvia ja edullisia yhdisteitä, joiden osmolaatio on korkea (1000–2000 mOsm/Kg H_2O). Yhdisteen huomattiin kuitenkin aiheuttavan munuaisvaurioita. Tähän perustuen kehitettiin osmoteetiltaan pieniä (500–1000 mOsm/Kg H_2O), ionisoimattomia varjoaineita, joiden ajateltiin poistavan mahdolliset syntyvät munuaisvauriot. Tällainen yhdiste on muun muassa iopamidol (kuva 5). Munuaisvaurioita ilmenee kuitenkin näilläkin yhdisteillä edeltäjiensä tapaan, joten voidaan olettaa, että varjoaineen osmolalisuudella ja ionisoitumisasteella ei ole merkitystä munuaisvaurion synnyssä. (Lindgren 2001, 1; McConnell 2011, 78.)



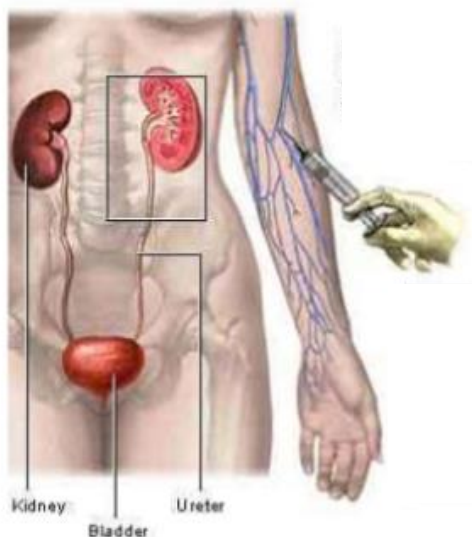
KUVA 5. Iopamidolin kemiallinen kaava (Royal society of chemistry, 2018-01-14).

Nykyään varjoaineet rakentuvat bentseenirenkaasta jossa on kolme jodiatomia ja sivuketjuina erilaisia rakenteita parantamaan vesiliukoisuutta ja siedettävyyttä. Yleisempiä varjoaineita ovat muun muassa lohexol ja iopamidol (taulukko 1). Varjoaine annetaan yleensä suonensisäisesti. Tavallisesti se ruiskutetaan kyynärtaipeen laskimoon nopeana boluksena eli annoksina, josta se leviää verenkierron mukana kaikkialle elimistöön. Ne kudokset, joissa suonitusta on paljon, tehostuvat nopeimmin ja näkyvät parhaiten. Tällaisia kudoksia ovat muun muassa kasvaimet ja muut aktiiviset prosessit. On olemassa myös suun kautta otettavia, suolistovarjoaineita joita käytetäänkin suolistokuvauksissa. Ne koostuvat jodin sijaan bariumista ja ne ovat verenkiertoon joutuessaan vaarallisia. (Sequeiros ym. 2016.)

TAULUKKO 1. Yleisimmät varjoaineet (McConnel 2011, 78–79.)

<i>Varjoaine (osmolaarisuustyyppi)</i>	<i>Kauppanimi</i>	<i>Käyttökohteita</i>	<i>Osmolaarisuus</i>
<i>Lohexol (matala, ionisoimaton)</i>	<i>Omnipaque 140, 210, 240, 300, 350</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Verisuonitutkimukset - Eritysurografia - Arthrografiitutkimukset - Suun ruuansulatustutkimukset 	<i>322–844 mOsm/Kg H₂O</i>
<i>Iopamidol (matala, ionisoimaton)</i>	<i>Isovue 128, 200, 300, 370</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Verisuonitutkimukset - Eritys urografia - Urografia 	<i>413–796 mOsm/Kg H₂O</i>
<i>Iopamidol (matala, ionisoimaton)</i>	<i>Niopam 200, 300, 370</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Verisuonitutkimukset - Myelografia - Eritysurografia - Suun ruuansulatustutkimukset 	<i>796 mOsm/Kg H₂O</i>
<i>Iopromide (matala, ionisoimaton)</i>	<i>Ultravist 150, 240, 300, 370</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Verisuonitutkimukset - Koronaali valtimografia - Eritysurografia 	<i>774 mOsm/Kg H₂O</i>
<i>Loversol (matala, ionisoimaton)</i>	<i>Optiray 160, 240, 300, 320, 350</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Verisuonitutkimukset - Eritysurografia 	<i>355–792 mOsm/Kg H₂O</i>
<i>Ioxaglate (matala, ionisoitunut)</i>	<i>Hexabrix</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Verisuonitutkimukset - Koronaari valtimografia - Eritysurografia 	<i>600 mOsm/Kg H₂O</i>

Suonensisäiset varjoaineet kulkevat elimistössä pienimolekulaarisina yhdisteinä, mutta eivät juuri-kaan tartu plasman proteiineihin vaan kulkeutuvat verisuonista ekstrasellulaaritilaan eli solun ulkoi-seen tilaan. Tervettä veri-aivoestettä varjoaine ei läpäise, mutta veri-aivoesteessä ollessa häiriö pää-see varjoaine myös aivokudokseen. Tätä käytetään aivokasvainten ja tulehdusten selvittämiseksi, sillä varjoaine näyttää vauriokohdan paikan. Varjoaineet poistuvat eli eliminoituvat elimistöstä munu-aisten (kidneys) kautta (Kuva 6). Noin kolmen tunnin kuluttua yli puolet annetusta varjoaineesta on jo virtsassa (ureter) ja siitä varjoaine poistuu virtsarakon (bladder) kautta elimistöstä. (Sequeiros ym. 2016.)



KUVA 6. Varjoaineen poistumisreitti elimistöstä (Kaul 2015).

Varjoaineita käytetään myös lasten tietokonetomografiatutkimuksissa. Varjoaineen annostus mitoite-taan potilaan painon ja iän mukaan, tutkimuksesta riippuen 1,5–2 ml/kg 300 mgI/ml. Ruiskutusno-peus ja viive arvioidaan yksilöllisesti lapsen koon, käytetyn kanyylin ja tutkimusaiheen mukaan. (So-rantin, Weissensteiner, Hasenburger ja Riccabona 2011, 1047; STUK 2005, 17.)

Useimpiin suonensisäisesti laitettaviin varjoaineisiin liittyy kipua ja lämmöntunnetta. Varjoaineet voi-vat myös aiheuttaa allergisen reaktion, johon voi kuulua lämmön aistimista, metallista makua suussa, huonovointisuutta, oksentelua, kutinaa, näppylöitä ja hengitysvaikeuksia. Vakavampia reak-tioita ovat mahdollinen respiraatio, sydämenpysähdys ja anafylaktinen sokki. (McConnel 2011, 78.)

Varjoaineiden käytöllä voi olla vakavia haittavaikutuksia (taulukko 2) (Brasch 2008). Sen on sen mahdollisuus muun muassa aiheuttaa munuaisvaurio. Munuaisvaurion syntymisen riski on erityisen suuri diabetesta sairastavilla potilailla. Muita riskitekijöitä ovat verenpainetauti, korkea ikä, potilaan kuivuminen, toisen munuaisen puuttuminen tai toimimattomuus, myeloma, amyloidoosi, toistuvat varjoainekuvaukset ja sydämen pieni iskutilavuus. Munuaisvaurion riski on suurempi suoraan valti-moon varjoainetta annettaessa, sillä veri ei laskimon tapaan laimennu keuhkoverenkierron läpi. Mu-nuaisvaurion estämiseksi ei ole täsmälääkettä, sillä varjoaineen aiheuttaman munuaisvaurio on osit-tain tuntematon. Nestehoito on toistaiseksi parhain keino estää munuaisvaurion synty. (Lindgren 2001, 1–2; McConnell 2011, 78.)

TAULUKKO 2. Varjoaineista johtuvia haitallisia reaktioita

Varjoaineesta johtuva nefropatia	Varjoaineesta johtuvalla nefropatialla tarkoitetaan hapenpuutteesta johtuvaa munuaistiehyiden vauriota. Sen syynä epäillään olevan munuaisten verisuonten supistuminen tai varjoaineen aiheuttamat suorat, sytotoksiset vaikutukset. (Eng ym. 2015, E1.)
Nefrogeeninen systemaattinen fibroosi	Nefrogeeninen systemaattinen fibroosi on nousevan skleroderma-kaltaisen systeemisen fibrosoivan sairauden kaltainen. Siihen ei ole lopullista parannuskeinoa ja sairaus on yleensä etenevä. Se voi olla myös fulminantti eli leimahduksenomainen sekä fataali eli tappava. (Bransch 2008, 282.)
Akuutti munuaisvaurio	Akuutissa munuaisvauriossa suurimmalla osalla alkaa virtsaneritys vähentyä. Jo lieväkin akuutti munuaisvaurio on vaarallinen, sillä se paranee hitaasti ja pitkäaikaisennuste ei ole hyvä. Pieni osa akuutin munuaisvaurion kärsineistä tarvitsevat sen hoitoon dialyysihoidon, mutta useimmille riittää sitä aiheuttavan lääkkeen lopettaminen tai vähentäminen, riittävä nesteytys suolaliuoksella, verenpaineen saattaminen normaaliksi sekä esteettömän virtsankulun varmistaminen. (Riikola, Pettilä ja Laukkanen 2013.)

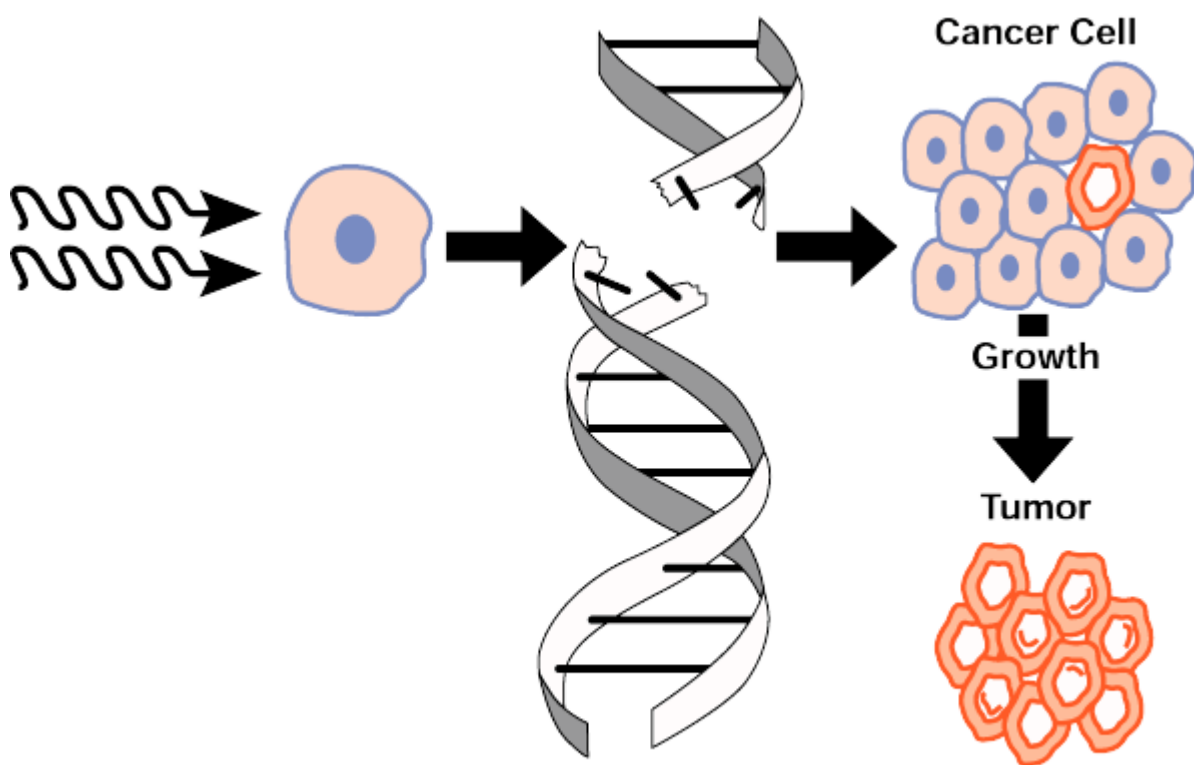
3.2 Säteilyturvallisuus

Säteilyä on ollut maailmassa sen alusta saakka, mutta sitä alettiin röntgensäteiden löytämisen jälkeen 1895-luvulla käyttämään terveydenhoitoon. Tieteelliset kokeet paljastivat, että se on hyödyllinen niin diagnostiikassa kuin terapiassa, mutta aiheuttaa haittaa normaaliin biologiseen kudokseen. Röntgensäteet ovat ionisoituneen säteilyn muoto, läpäistessä aineen ionisoiva säteily tuottaa positiivisesti ja negatiivisesti varautuneita ioneja. Näiden ionien tuotanto on juuri se tapahtuma, joka voi aiheuttaa vahinkoa normaaliin biologiseen kudokseen. (Shener, Visconti, Ritenour ja Haynes 2014, 2.)

Säteilyn haittavaikutukset voidaan jakaa kahteen ryhmään, deterministiseen eli suoraan haittaan sekä stokastiseen eli satunnaiseen haittaan. Deterministinen haitta on säteilyn aiheuttamaan solutuhoon perustuvaa ja se liittyy suuriin säteilyn kerta-annoksiin, joita vakavien onnettomuuksien tai sädehoidon yhteydessä voi saada. Determinisessä haitassa säteilyannoksen kynnysarvolla on suuri merkitys, sillä säteilyannoksen ollessa tarpeeksi suuri on haitta varma ja säteilyannoksen alittaessa tietyn kynnysarvon ei haittaa vuorostaan synny. Determinististä haittoista voi seurauksena olla säteily sairaus luuydin- ja suolistovaurioineen, säteilypalovamma, sädepneumoniitti, harmaakaihi tai sikiövaurio. Stokastinen haitta taas syntyy yhden solun geneettisestä muutoksesta, joka edellyttää solun jakautumista klooniksi jonka jokaisessa solussa esiintyy sama muutos. Stokastiselle haitalle on ominaista, ettei siinä ole tiettyä kynnysarvoa millä annoksella haittaa syntyy. Siinä haitan voi aiheuttaa pienikin altistus säteilylle eikä haitta-aste ole riippuvainen saadusta säteilyannoksesta, vaikka sen todennä-

köisyys kasvaa annoksen kasvaessa. Stokastinen haitta voi somaattisessa solussa aiheuttaa kloonissa myöhempien muutosten kautta syövän ja sukusolussa haitta voi tulla ilmi lapsesta tai lapsen jälkeläisistä. (Paile 2000.)

Ihmiset voivat melko turvallisesti käyttää säteilevää energiaa, sillä säteilyyn liittyviä vaaroja on tutkittu ja osaksi näitä kyseisiä vaaroja pystytään rajoittamaan tai hävittämään, joita ihmisen solutasolla on muun muassa epästabiilien atomien synty tai uusien biologisten molekyylien synty jotka ovat vahingollisia elävälle solulle. (Shener ym. 2014, 2.) Nämä solutasolla syntyvät vaarat voivat johtaa syöpään (kuva 7). Vaikka riski yksittäiselle ihmiselle ei ole järin iso, niin lisääntynyt väestön altistuminen säteilylle voi olla tulevaisuudessa suuri terveydellinen ongelma väestölle. (Brenner ja Hall 2007, 2277.) Säteilyyn liittyvä lainsäädäntö onkin juuri uudistumassa, ja sen pitäisi tulla voimaan vuonna 2018 (STUK 2016).



KUVA 7. Säteilyn vaikutus solun DNA:n toimintaan, joka mahdollistaa syöpäsolujen (cancer cells) synnyn ja niiden kasvu (growth) vuorostaan syöpäkudoksen (tumor) synnyn (Kus 2011).

Säteilyn kanssa toimivat henkilöt, kuten röntgenhoitajat ja radiologit, on koulutettu käyttämään säteilyä tuottavia välineitä turvallisesti, käyttämään suojaavia välineitä aina kun mahdollista, seuraamaan vakiintuneita kuvauskäytänteitä sekä valitsemaan teknilliset tekijät jotka vähentävät säteilylle altistumista potilailla ja heillä itsellään, jotta voitaisiin minimoida säteilyn aiheuttamat vauriot kudoksissa (Brenner ja Hall 2007, 2277). Suomessa säteily- ja ydinturvallisuutta valvoo sosiaali- ja terveysministeriön hallinnonalainen Säteilyturvakeskus eli STUK (STUK 2017). STUK laatii yhdessä radiologien, laitevalmistajien ja lääketieteellisen fysiikan asiantuntijoiden kanssa tutkimusohjeistuksia

säteilyn turvalliseen käyttöön, esimerkkinä vuonna 2012 julkaistu Lasten TT-tutkimusohjeisto (STUK 2012, 2).

Säteilysuojeluun kuuluu olennaisesti termit oikeutus, optimointi ja yksilönsuoja. Oikeutus tarkoittaa sitä, että toiminnalla tulee olla suurempi hyöty kuin haitta. Optimoinnilla tarkoitetaan ALARA- periaatetta, eli säteilyä pitäisi käyttää niin vähän kuin on mahdollista tutkimuksen onnistumisen kannalta. Yksilönsuojalla tarkoitetaan sitä, että työntekijöiden ja väestön ei pitäisi ylittää säteilyn annosrajoja. Säteilysuojelun periaatteet tulevat kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan eli ICRP; International Commission on Radiological Protection antamista suosituksista, joita käytetään niin EU:n kuin Suomenkin lainsäädännössä. (STUK 2017.)

Säteilyn optimoinnin keino on myös vertailutasojen käyttö. Vertailutasoilla tarkoitetaan röntgentutkimukselle etukäteen määriteltyä säteilyannostasoa, jonka ei pitäisi ylittyä normaalikokoiselle potilaalle tehdyssä tutkimuksessa tai toimenpiteessä, kun tutkimus tai toimenpide on suoritettu hyvien käytäntöjen mukaisesti. Suomessa vertailutasot yleisemmille tutkimuksille antaa STUK. Vertailutasojen käyttö auttaa välttämään tarpeetonta säteilyrasitusta ja siten pienentää stokastisten haittojen vaikutusta. Lapsille on säädetty omat vertailutasonsa. (Lajunen 2014, 7-8; STUK 2015, 1.)

Lapsilla säteilyturvallisuus on erityisen tärkeää. Yksi monista eroista lapsen ja aikuisen välillä on lasten suurempi sensitiivisyys säteilylle, joka iästä riippuen voi olla jopa kymmenenertainen aikuiseen verrattuna. Tämä johtuu korkeammasta solujen tuotannon kasvusta ja suuremmasta absorption määrästä kudoksen yksikköä kohden. (Sorantin, Weissensteiner, Hasenburger ja Riccabona 2011, 1043.) STUK kuvaa uusimmassa Lasten TT-tutkimusohjeistuksessaan syitä lasten tutkimusten oikeutusharkintaan sekä optimointiin, joihin on tärkeää kiinnittää huomiota. Optimoinnin keinoja lasta kuvattaessa ovat muun muassa oikeiden kuvausparametrien eli kuvausjännitteen ja putkivirran säätö, kuvanlaadun miettiminen sopivaksi, säteilysuojaimien käyttö, esimerkiksi vismuttisuoja silmien tai rintojen suojaksi sekä lapsen huolellinen valmistaminen kuvaukseen. (STUK 2012, 6–16.)

3.3 Säteilyannoksen määrittämisen tavat

Ionisoivaa säteilyä voidaan mitata säteilyannoksina. Eri elimet ovat erilaisia reagoimaan ionisoivaan säteilyyn, jotkut elimet ovat herkempiä kuin toiset. Erityisen herkkää säteilylle on jakautuva solukko, minkä vuoksi sikiö, lapset ja nuoret ovat säteilysuojelullisesti erityisasemassa. (Sequeiros ym. 2016.) Sikiölle voi aiheutua kehityshäiriö säteilystä, jos raskaana oleva nainen on esimerkiksi säteilytyössä tai hänelle tehdään äkillinen alavatsan röntgentutkimus tai isotooppitutkimus suurella säteilyannoksella. Sikiöaikainen säteilyannos lisää myös syntyvän lapsen riskiä sairastua syöpään ja varhaisessa raskauden vaiheessa on myös riski keskenmenolle. (STUK 2017.)

Lasten säteilyherkkyys on arvioitu olevan jopa kymmenkertainen aikuisiin verrattuna. Säteilyherkkyys on kuitenkin yksilöllistä, joten yksilötasolla riskien arviointi on vaikeaa. Potilaan saamaan säteilyannokseen liittyy olennaisesti kuvantamismenetelmä, sillä esimerkiksi tietokonetomografissa sätei-

lyannosta syntyy usein enemmän kuin tavallisessa röntgenkuvauksessa. Säteilyannokseen vaikuttavat myös potilaan ikä, sukupuoli, paino, kuvattava kohde sekä tutkimuksessa käytetty optimointi. Säteilyannosta tulee myös luonnon taustasäteilystä, jota aiheuttaa muun muassa asunnoissa olevan radon-kaasu. (Sequeiros ym. 2016.)

Tietokonetomografiakuvauksessa syntynyttä säteilyannosta voidaan kuvailla eri tavoin. Useimmin käytössä ovat absorboitunut annos, efektiivinen annos sekä tietokonetutkimuksen annoksen indeksi. Absorboitunut annos mitataan grayna (Gy) ja se on absorboitunut energia per massan yksikkö eli yksi gray on samanarvoinen kuin yksi säteilyenergian joule absorboitunut per kilogramma. Elimen annos määrittää kyseisen elimen säteilyn riskin tason. Efektiivinen annos mitataan sievertteinä (Sv) ja sitä käytetään annoksen jakautumisiin jotka eivät ole homogeenisiä eli niin kuin tietokonetomografiakuvauksessa on aina. Se on suunniteltu olemaan verrannollinen kokonaisvaltaiseen haittaan, joka potilaalle syntyy säteilylle altistumisesta geneettisesti arvioituna. Efektiivinen annos mahdollistaa tietokonetomografiakuvauksen skenaarioiden haasteellisen vertailun mutta tarjoaa vain suurin piirteisen arvion oikeasta riskistä, jonka takia elimen annos on suositeltu suure riskin arvioimiseen. (Brennel ja Hall 2007, 2278.)

Efektiivinen annos yhdessä lapsen tietokonetomografiakuvauksessa voi olla alle 1,0 mSV. Annokset arvoon 24,0 mSv ovat tutkittu aiheuttavan nousevaa riskiä syövän kehittymiseen. Jopa yksi tuhanesta lapsesta kuolee syöpään yhden ei-optimoidun pään tietokonetomografiakuvauksen seurauksena. Lasten radiologien pitää olla varmoja kuvauksen tarpeellisuudesta, seuraten ALARA (As Low As Reasonably Achievable) -periaatetta. ALARA eli säteilyä pitäisi käyttää niin vähän kuin mahdollista saavuttaakseen tarkoituksena, on kaikkia säteilyn kanssa työskenteleviä koskeva periaate. (Sorantin, Weissensteiner, Hasenburger ja Riccabona 2011, 1043.)

Tietokonetomografiakuvauksissa käytetään säteilyannoksen mittaamiseen suureita DLP (Dose Length Product, annoksen ja pinta-alan tulo) ja $CTDI_{vol}$ (Computer Tomography Dose Index, TT-annos index). $CTDI_{vol}$ -suureen toinen nimitys on $MSAD_w$, jota yleensä käytetään laitestandardeissa, kun taas $CTDI_{vol}$ -nimitystä käytetään kuvaamaan tutkimuksesta kuvausalueelle aiheutunutta keskimääräistä säteilyannosta. DLP mittaa säteilykimpun energian kilovolteina (kuva 8). DLP kertoo siis sen, kuinka paljon tutkimuksesta keskimäärin aiheutui säteilyannosta sekä kuinka pitkälle alueelle kyseisen säteilyannos annettiin. CTDI- suuretta on käytetty jo vuodesta 1980 ja se on standardoitu säteilyannosmittaus tietokonetomografiakuvauksissa (kuva 9). $CTDI_{vol}$ kuvaa paremminkin potilaan paikallista annosta, kun taas DLP kuvaa potilaan kokonaisannosta. Ne eivät kuitenkaan ota huomioon potilaan kokoa, sukupuolta tai muita eroavaisuuksia, eivätkä ne huomioi annoksen epätasaista jakautumista potilaan sisällä. (Järvinen 2007, 27; Kim, Song, Samei, Yin ja Yoshizumi 2011.)

$$DLP_w = MSAD_w \cdot d \rightarrow MSAD_w = \frac{DLP_w}{d}$$

Tutkitun alueen pituus d:

$$d = \frac{\text{kuvauksen kokonaisaika}}{\text{pyörähdysaika}} \cdot \text{pöydän siirto/pyörähdys}$$

$$d = \frac{\text{kuvauksen kokonaisaika}}{\text{pyörähdysaika}} \cdot \text{pitch} \cdot \text{säteilykeilan leveys}$$

KUVA 8. DLP:n laskukaava (Järvinen 2007, 27).

$$CTDI_{100} = \frac{1}{nT} \int_{-50 \text{ mm}}^{50 \text{ mm}} D(z) dz \text{ [mGy]}$$

n= yhden pyörähdysaikaan kerätyjen leikkeiden määrä

T= yhden leikkeen nimellinen paksuus (mm)

$$CTDI_w = \frac{1}{3} CTDI_{100,C} + \frac{2}{3} CTDI_{100,P}$$

$$CTDI_{vol} = \frac{CTDI_w}{\text{pitch}}$$

C= mitattu fantomin keskellä

P= mitattu fantomin laidalla (1 cm syvyydellä)

KUVA 9. CTDI:n laskukaava (Lajunen 2014, 5).

4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla varjoaine- ja säteilyturvallisuuden näkökulmaa murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa. Valitsin rajaukseksi juuri murrosikäiset lapset, sillä heille tehdään lapsista Suomessa eniten pään tietokonetomografiatutkimuksia (STUK 2016, 35). Opinnäytetyöni tavoitteena oli koota tutkimusaineistosta selkeä suomenkielinen taulukko Theseus-tietokantaan, jossa se on terveysalan ammattilaisten ja opiskelijoiden sekä muiden asiasta kiinnostuneiden hyödynnettävissä.

Opinnäytetyön ohjaavat tutkimuskysymykset:

1. Miten varjoaineturvallisuus toteutetaan murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa?
2. Miten säteilyturvallisuus toteutetaan murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa?

5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Terveysthuollossa on käytössä näyttöön perustuva hoito, joka on vakiintunut terveydenhuollon terminologiaan 1990-luvulta alkaen. Näyttöön perustuvan hoidon päämääränä on tarjota potilaalle mahdollisimman hyvä hoito, joka edellyttää ajantasaisinta tutkimustietoa ja muuta mahdollista luotettavaa tietoa aiheesta ja päätöksenteon perustamista tietoon. Luotettavan tiedon koetaan antavan potilaalle paremman hoidon ja olevan eettistä, sillä potilas hyötyy ajantasaisimmista menetelmistä. (Elomaa ja Mikkola 2010.) Omassa opinnäytetyössäni käytän näyttöön perustavan hoidon kriteerejä aineiston haussa, valitsemisessa ja analysoinnissa.

5.1 Menetelmänä kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus on metodi ja tutkimustekniikka, jossa tutkitaan jo tehtyä tutkimusta. Se siis koostaa tutkimuksia uudeksi tutkimukseksi. Kirjallisuuskatsauksessa etsitään tietoa joltain rajatulta aihealueelta, yleensä johonkin kysymykseen, kuten tutkimusongelmaan. (Salminen 2011, 3–4.) Kirjallisuuskatsaus koskee yleensä tutkimustyön pääaiheeseen liittyvää tutkimusta ja kirjoittamista. Pääasiallinen tarkoitus kirjallisuuskatsaukselle on avata akateemisia ja tutkimuksellisia alueita, jotka ovat relevantteja tutkimuksen aiheelle. Akateemisten lehtien artikkelit ovat tärkeimpiä lähteinä tutkimukselle, mutta myös esittelyvihkosista voi löytyä hyviä ja hyödynnettäviä tutkimuksia. (Oliver 2006, 106–107). Varsinkin terveydenhuollon alalla tieto lisääntyy koko ajan ja tutkimuksia tehdään jatkuvasti käytännön maailmaa kehittämään, joten on tärkeää kerätä ja syntetisoida tämä tieto talteen, ja tässä kirjallisuuskatsaus on hyvä keino. Kirjallisuuskatsauksen tarkoitus on kerätä yhteen ja kritisoida aikaisempia tutkimuksia järjestyksessä, täsmällisesti ja analyyttisellä otteella. Käytettävän kirjallisuuden pitää olla laajaa, sillä yksittäiset artikkelit eivät kerro koko tarinaa. Kirjallisuuskatsausta käytetään tutkimusten teon ohella myös kehittämään ajankohtaista käytäntöä parempaan suuntaan ja tekemään suosituksia menettelytapojen kehittämiseen ja vaihtamiseen. (Coughlan, Cronin ja Ryan 2013, 2–4.)

Kirjallisuuskatsaukset voidaan jakaa karkeasti kolmeen tyyppiin, joita ovat kuvailevat katsaukset, systemaattiset kirjallisuuskatsaukset ja määrällinen meta-analyysi. Kuvaileva katsaus kertoo tai kuvailee aiheeseen liittyvää aiempaa tutkimusta. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on termiltään vielä vakiintumatonta ja esimerkiksi vastausta voidaan etsiä tarkasti aiemmasta tutkimuskirjallisuudesta. Meta-analyysit taas jaetaan laadulliseen ja määrällisiin meta-analyysihin. Laadullinen sisältää kaksi orientaatiota ja määrällinen ei ole itsessään katsaustyyppi vaan tekniikka, jolla tilastollisesti yhdistetään määrällisten tiettyä aihetta tarkastelevien alkuperäistutkimusten tulokset. (Salminen 2011, 6–15.)

Kunnolla toteutetut kuvailevat kirjallisuuskatsaukset ovat olennainen osa kaikkea tiedettä. Kaiken kaikkiaan niiden tavoite on tunnistaa, analysoida, arvioida ja tehdä johtopäätös aiheen tiedoista. Kertovaa kirjallisuuskatsausta käytetään muun muassa tieteellisissä tutkimuksissa, rahoituspyynnöissä sekä kirjan lukuna. Sitä käytetään myös akateemisissa tehtävissä, jotta opiskelijat oppisivat

tietyn aiheen tutkimisen kautta. Kertovan kirjallisuuskatsauksen aihealueet voivat vaihdella suhteellisen laajasta spesifiseen, eikä käytettävän kirjallisuuden tyyppi ole rajattu. On kuitenkin hyvä selvittää, että miten päätyi valitsemaan juuri kyseistä kirjallisuutta. Kertovan kirjallisuuskatsauksen ei tarvitse sisältää kaikkea aiheesta saatavissa olevaa tietoa, joka olisi epärealista, vaan sen on tarkoitus sisältää relevanttia tietoa selkeästi jäseneltynä. (Coughlan, Cronin ja Ryan 2013, 14–16.)

5.2 Aineiston hankinta

Näyttöön perustuvassa hoidossa tärkeää on paras ja ajankohtaisin tieto (Elomaa ja Mikkola 2010). Lääketieteellinen tieto uusiutuu nopealla tahdilla, joten oikeiden tiedonlähteiden tunteminen ja paikantaminen ovat haaste alalla toimiville (Heikkinen 2007). Elektroniset tiedonlähteet ovat käytännön hoitotyössä erikoisasemassa, sillä tieto on helposti saatavissa ja painettu tieto on voinut jo vanhentua. Elektroninen tietolähde on esimerkiksi tietokanta, joka on elektronisessa muodossa oleva tiettyyn aiheeseen tai kohteeseen keskittynyt laaja viite- tai dokumenttikirjasto. Tietokanta antaa avaimet tehokkaaseen tiedonhakuun, sillä niiden sisältö on jo kertaalleen valittu jonkun tietyn valintakriteerin mukaisesti. (Elomaa ja Mikkola 2010). Elektronisia tietolähteitä ovat myös kokonaiset teokset, kuten esimerkiksi hakuteos tai sanakirja (Hirsijärvi, Remes ja Sajavaara 2007.)

Useimmilla oppilaitoksilla on käytössä alan verkkosivusto, portaali, johon on koottu eri tietokantojen osoitteita ja joiden tarkoitus on helpottaa tiedonhakua (Elomaa ja Mikkola 2010). Elektronisissa tietokannoissa ja portaaleissa on yleensä kuitenkin ongelmana lähteiden valinta, sillä usein haku ei ole riittävän kattavaa (Heikkinen 2007). Kirjallisuuskatsauksessa pitää kuitenkin keskittyä pelkästään tutkimusongelmien kannalta keskeiseen kirjallisuuteen ja mukaan aineistoon huolitaan vain tutkimusaiheeseen liittyvää kirjallisuutta (Montonen 2011).

Päätin valita omaan opinnäytetyöhöni monia eri tietokantoja. Savonia-ammattikorkeakoulun portaalista löysin tietokannat CINAHL Compelete, Medic, PubMed, ScienceDirect ja Academic Search Elite (taulukko 3; taulukko 4), joiden ajattelin sopivan terveysalaan liittyvään tiedonhakuun. CINAHL Compelete on kansainvälinen hoitotyön pää tietokanta ja Medic suomalainen terveysalan pää tietokanta, joten edustettuna ovat niin kotimaa kuin kansainvälisyys. Kattavin tiedonhaun prosessi saadaankin kuitenkin käyttämällä niin kontrolloituja lähteitä, kuten tietokantoja ja yhdistämällä niihin yleishakukoneet, kuten Googlen tai Google Scholar -hakukoneen. (Elomaa ja Mikkola 2010). Omassa opinnäytetyössäni haen aineistoa tietokantojen lisäksi Googlen Scholar -hakukoneella parhaimman mahdollisimman tuloksen takaamiseksi.

Onnistunut tiedonhaun prosessi perustuu hyvään suunnitteluun eli hakustrategian muovaamiseen. Lähtökohtana on aiheongelma, johon tietoa tarvitaan. Tässä tapauksessa se on varjoaine- ja säteilyturvallisuuden toteutuminen murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa. Seuraavaksi määritellään aiheen sisältämät käsitteet, joita tässä työssä ovat varjoaine, contrast media, säteily, x-ray, computed tomography, tietokonetomografia, pää, head, turvallisuus ja safety. Käsitteiden määrittämisen jälkeen muunnetaan käsitteet hakusanoiksi ja mietitään niiden yhdistämistä ja rajausta. Tärkeää on, että käyttää oikeita hakutermejä ja kirjoittaa ne oikein, varsinkin vieraskieliset.

Valitsin omiksi hakusanoikseni muun muassa x-ray computed, contrast media, pediatric ja safety, mutta käytin erilaisia hakusanayhdistelmiä ja synonyymeja löytääkseni mahdollisimman paljon spesifistä tietoa aiheestani. (Elomaa ja Mikkola 2010.)

Tiedonhaun prosessissa hakutermien valinta on tärkein vaihe, jonka jälkeen päästään itse haun suorittamiseen. Haku suoritetaan tietokannan suorittamalla tavalla, etsiä voi useilla eri hakuehdoilla, kuten tekijän nimellä tai artikkelin otsikossa olevalla sanalla. Omassa opinnäytetyössäni käytin muun muassa artikkelin otsikossa olevan sanan -hakutoimintoa, sillä en tiennyt ennalta kenenkään tekijän nimeä. Hakutermeillä haettaessa käytössä on yleisesti kaksi eri tapaa, sanahaku ja asiasanahaku, joita molempia olisi hyvä käyttää. Sanahaussa tulee käyttää hakusanan katkaisua taivutusmuotojen ja variaatioiden takia. CINAHL Complete -tietokannassa se merkitään lisäämällä katkaisukohtaan dollarimerkki \$ ja Medic-tietokannassa se merkitään tähdellä *. Käytin katkaisua sanaan child (child*, child\$) ja lapset (laps*, laps\$), jotta löytäisin tietoa tehokkaammin. Tietokantojen help-toiminnoista löytää kyseinen tietokannan käytössä olevan katkaisumerkin. (Elomaa ja Mikkola 2010.)

Tiedonhaussa tärkeää on myös Boolean logiikka, joka on käytössä useimmissa tietokannoissa. Boolean logiikka mahdollistaa monipuolisen ja kehittyneen tiedonhaun, sillä hakusanoja pystyy yhdistämään boolean operaattoreilla. Operaattoreita on yhteensä kolme, joita on JA (AND), TAI (OR) ja EI (NOT), joista JA rajaa hakutuloksia, TAI laajentaa ja EI karsii. Aihe siis puretaan perustekijöihin ja yhdistetään boolean operaattoreilla. (Elomaa ja Mikkola 2010.) Käytin itse eniten boolean operaattoreista JA-toimintoa, sillä halusin mahdollisimman rajattuja hakutuloksi.

TAULUKKO 3. Tutkimuskysymys 1: Varjoaineturvallisuuden toteutuminen murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa (Metsälä ym. 2017: mukailtu).

Tietokanta	Rajoitukset	Avainsanat- ja yhdistelyt	Hyväksytty tiivistelmätasolla	Hyväksytty kokotekstitasolla	Lopullinen valinta
CINAHL Complete	Tiivistelmä Kokoteksti 2007–2017	X-Ray Computed AND "contrast media" AND child\$	8	2	0
		Contrast media AND safety	4	2	2
Medic	2007–2017	Tietokonetomografia JA varjoaine JA laps*	2	0	0
		varjoaine JA turvallisuus	0	0	0
PubMed	Julkaistu kymmenen vuoden si-	X-Ray Computed AND "contrast media" AND child*	6	3	
		Contrast media AND Safety	1	0	0

	sässä, ilmainen kokoteksti				
Science-Direct	2007–2017	"X-Ray Computed" AND "contrast media" AND pediatric AND safety AND head	2	0	0
		Contrast media AND safety AND pediatric	4	1	1
Google Scholar	2007–2017	"X-Ray Computed" AND "contrast media" AND pediatric AND safety AND head	3	0	0
Academic Search Elite	2007–2017	contrast media AND safety AND pediatric	5	3	3
Yhteensä			33	11	6

TAULUKKO 4. Tutkimuskysymys 2: Säteilyturvallisuuden toteutuminen murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa (Metsälä ym. 2017: mukailtu).

Tietokanta	Rajoitukset	Avainsanat- ja yhdistelyt	Hyväksytty tiivistelmätasolla	Hyväksytty kokotekstitasolla	Lopullinen valinta
CINAHL Complete	Tiivistelmä Kokoteksti 2007–2017	"Tomography, X-Ray Computed" AND safety AND pediatric	12	3	2
Medic	2007–2017	Tietokonetomografia JA turvallisuus JA laps*	2	0	0
PubMed	Julkaistu kymmenen vuoden sisässä, ilmainen kokoteksti	"Tomography, X-Ray Computed" AND safety AND pediatric	7	3	2

ScienceDirect	2007–2017	"Tomography, X-Ray Computed" AND safety AND pediatric	10	1	1
Google Scholar	2007–2017	"X-Ray Computed" AND safety AND pediatric	11	3	2
Academic Search Elite	2007–2017	"X-Ray Computed" AND safety AND pediatric	10	7	4
Yhteensä			52	17	8

5.3 Aineiston valintakriteerit

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa aineisto valitaan tutkimuskysymysten pohjalta, joten aineiston on vastattava niihin mahdollisimman laajasti ja aineiston pitää olla luotettavaa (Stolt, Axelin ja Suho-
nen 2015, 25–28). Opinnäytetyötä tehtäessä kirjoittajan pitää olla lähdekriittinen, eli on käytettävä harkintaa kirjallisuuden valinnassa. Lähteen arvioinnissa on hyvä kiinnittää huomiota kirjoittajan tun-
nettavuuteen ja arvostettavuuteen, lähteen ikään ja lähdetiedon alkuperään, lähteen uskottavuuteen ja julkaisijan arvovaltaan ja vastuuseen sekä totuudellisuuteen ja puolueettomuuteen. (Hirsijärvi,
Remes ja Sajavaara 2007, 109–110.)

Lähteen ikä on yksi aineiston valintakriteereistä. Periaatteessa kirjallisuuskatsauksessa voi käyttää minkä ikäisiä aineistoja tahansa, mutta yleisesti suositetaan niin tuoretta tietoa kuin mahdollista, var-
sinkin lääketieteessä. (Heikkinen, Isohanni ja Miettunen 2008; Oliver 2006, 118.) Rajasin oman tie-
donhakuni koskemaan aineistoja viimeisen kymmenen vuoden ajalta, eli vuosilta 2007–2017 saadak-
seni mahdollisimman ajantasaista tietoa.

Aineiston luotettavuutta voidaan arvioida näytön asteen mukaan. Näytön asteita kuvailevia luokituk-
sia on olemassa monia erilaisia, ja yleisimmät kriteerit ovat tutkimusaseman vahvuus, tutkimusten
laatu ja määrä, tutkimustulosten yhdenmukaisuus sekä kliininen merkittävyys ja sovellettavuus. Suo-
messä käytössä on Käypä hoidon käsikirja, jossa näytön aste jakautuu neljään eri portaaseen. (Elo-
maa ja Mikkola 2010; Käypä hoito 2016). Parhain on koodi A, jonka aste on vahva tutkimusnäyttö.
Vahvassa tutkimusnäytössä pitää olla monia tasokkaita ja hyvin toteutettuja tutkimuksia, joiden tu-
loket ovat yhdensuuntaiset. Toiseksi parhain koodi on B, jonka aste on kohtalainen tutkimusnäyttö.
Kohtalaisessa tutkimusnäytössä on ainakin yksi menetelmällisesti laadukas tutkimus tai monia kelvol-
lisiä tutkimuksia. Koodilla C taas asteena on niukka tutkimusnäyttö, jossa on ainakin yksi kelvollinen
tutkimus. Koodi D on viimeinen, ja sillä asteena ei ole tutkimusnäyttöä, eli se on asiantuntijoiden
tulkinta tai paras arvio mikä ei täytä tieteelliseen tutkimukseen perustuvan näytön vaatimuksia.
(Käypä hoito 2016.) Valitsin opinnäytetyöhöni lähteeksi vain A ja B koodien mukaisia lähteitä.

Aineiston laajuuteen vaikutti aiheesta löytyvä tieto. Tutkimuskysymykseni ovat spesifisiä, joten en odottanutkaan löytäväni kovin suurta määrää tutkimuksia kyseisistä aiheista. Alustava aineisto määriteltiin tutkimusten tiivistelmien avulla, joita tutkimuskysymys 1. löytyi yhteensä 33 artikkelia ja tutkimuskysymys 2. yhteensä 52 artikkelia. Tiedon laajuuteen vaikutti myös aineiston kylläntymis- eli saturaatiopiste, jossa aineisto alkaa toistaa itseään (Hiltunen 2017). Lukiessani tutkimuksia kokotekstitasolla, alkoivat niiden tulokset olla samoja, joillain pääsin saturaatiopisteeseen ja aineistoa oli mielestäni tarpeeksi laajasti. Kokotekstitasolla hyväksyin aineistoa ensimmäiseen tutkimuskysymykseen yhteensä 11 kappaletta ja toiseen tutkimuskysymykseen yhteensä 17 kappaletta.

Lopulliseen valintaan valikoitui tutkimuksista ja artikkeleista ensimmäiseen tutkimuskysymys yhteensä kuusi kappaletta, jotka olivat relevanteimmat ja luottavimmat. Valintaan vaikutti myös aineiston monipuolisuus, sillä varjoaineturvallisuudesta löytyi munuaisvaurioiden lisäksi tutkimuksia hoitajien koulutuksessa akuutissa varjoainereaktiossa ja varjoainepumpun bakteerikannasta. Otin nämä mukaan valintaani, sillä koen niiden olevan vahvasti turvallisuuteen ja aiheeseen liittyviä sekä tuovan erilaisia turvallisuuden näkökulmia aiheeseen.

Toiseen tutkimuskysymykseen valikoitui yhteensä kahdeksan kappaletta relevanttia ja luotettavaa aineistoa. Oletin löytäväni paljon tietoa ionisoivan säteilyn haittavaikutuksista lapsilla, mikä pitikin hyvin paikkansa. Löysin kuitenkin tutkimuksia myös hoitajien koulutuksen vaikutuksesta säteilyannoksiin sekä eri maiden eroista toteuttaa lapsen pään tietokonetomografiakuvaus. Ne ovat erilaisia näkökulmia murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksen säteilyturvallisuudesta ja aion niistä ammentaa mahdollisimman paljon synteesitykseni.

Lopullisesti valitut artikkelit ovat kaikki englanninkielisiä, joka voi aiheuttaa virhepäätelmiä. Parhaimman lopputuloksen saisi käyttämällä eri kielillä kirjoitettuja artikkeleita, joka vähentää virhepäätelmien tekoa (Stolt, Axelin ja Suhonen 2016, 26). Suomeksi en kuitenkaan löytänyt mielestäni tarpeeksi ajankohtaisia ja hyviä artikkeleita vastaamaan tutkimuskysymyksiin, enkä muilla kielillä kokenut pystyväni saamaan artikkeleista tarpeeksi irti. Valitsemani artikkelit ovat kuitenkin kaikki tieteellisissä, terveysalan arvotetuissa lehdissä, kuten esimerkiksi European Journal of Radiology -lehdessä julkaistuja ja luotettavuuden takaamiseksi useimmat niistä on vertaisarvioituja. Nämä artikkelit ovat siis hyviä näytön asteella mitattuna niiden ajantasaisuuden ja luotettavuuden suhteen.

5.4 Aineiston analyysi ja kuvaus

Kirjallisuushaun ja kirjallisuuskatsaukseen osallistuvien tutkimusten valitsemisen jälkeen seuraava askel on miettiä, miten esittää nämä tutkimukset lukijalle. Tutkimusten johdanto-osiot pitää analysoida samantapaisten tulosten tunnistamiseksi ja vaihtoehtoiset löydökset pitää tunnistaa ja hyväksyä. Yleensä tutkimukset ovat ryhmitelty näiden ominaisuuksien mukaan, jotta kirjallisuuskatsauksesta ei tulisi sekava. (Coughlan, Cronin ja Ryan 2013, 69.)

Kirjallisuuskatsauksen aineiston analyysin ja synteessin tarkoituksena on järjestellä valittujen tutkimusten tuloksia ja tehdä niistä yhteenvetoa, eli järjestellä ja luokitella aineistoa sekä vertailla tutkimusten yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Aineiston analyysia ja kuvausta ohjaavat tutkimuskysymykset. Sen jälkeen kirjoitetaan synteesi, eli tuloksia tulkitaan muodostaen niistä tietoa ja ymmärrystä lisäävä kokonaisuus. (Coughlan, Cronin ja Ryan 2013, 69–110; Stolt, Axelin ja Suhonen 2015, 30.)

Tässä opinnäytetyössä aineisto on koottu synteesi- eli ymmärrystä lisäävään kokonaisuustaulukkoon (liite 1). Synteesitaulukossa aineisto on järjestelty lähdeviitteen, maan, tutkimuksen suunnittelun, otannan ja tulosten, analyysien sekä johtopäätöksen ja luotettavuuden mukaan vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Samantapaiset tulokset ovat peräkkäin ja taulukko on yritetty rakentaa mahdollisimman johdonmukaisesti ja selkeästi. Itse synteesi tutkimuskysymyksille tehdään tulokset-osiossa, jossa taulukkoa puretaan auki ja vastataan kattavasti tutkimuskysymyksiin.

6 TULOKSET

Tässä luvussa keskitytään tarkastelemaan tuloksia. Tarkoituksena tälle kuvailevalle kirjallisuuskatsaukselle oli koota tarkoin valituista artikkeleista tutkimuskysymyksiini vastaava selkeä suomenkielinen synteesitaulukko (liite 1). Aineisto käsittelee murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksen varjoaine- ja säteilyturvallisuutta sisältäen turvallisuudelle tärkeitä osa-alueita, jotka käsittelevät varjoaineen haittavaikutuksia, hoitajien osaamista sekä mikrobiologista turvallisuutta ja säteilyannoksia.

6.1 Varjoaineturvallisuuden toteutuminen murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa

Brasch (2008) kertoo kirjallisuuskatsauksessa ensinnäkin siitä, kuinka joitakin lapsilla käytettäviä varjoaineita ei erityisesti testata lapsilla ja joilla ei ole valtiollista hyväksyntää lapsilla. Kirjallisuuskatsauksessa käydään toiseksi läpi myös muutamia varjoaineesta johtuvia haitallisia reaktiotyyppejä, kuten varjoaineen aiheuttamaa nefropatiaa ja nefrogeenistä systemaattista fibroosia, joita esiintyy myös lapsilla. Brasch (2008) on ottanut mukaan myös keinoja vähentää näitä haitallisia reaktioita, joita on muun muassa esilääkityksen tärkeys varjoainereaktioiden esiintyvyyksien ehkäisemissä.

Varjoaineesta johtuvia haitallisia reaktioita lapsilla käsittelevät myös Soares, Lequin ja Huisman (2017) kirjallisuuskatsauksessaan. He ovat myöskin nostaneet esille varjoaineesta johtuvan nefronimyrkytyksen ja nefrogeenisen systemaattisen fibroosin, joita on myös lapsilla todettu. Soares, Lequin ja Huisman käsittelevät aihetta myös varjoaineen fysikaalis-kemiallisen koostumuksen näkökulmasta, sillä heidän mukaansa erityisesti lapsilla varjoaineen osmolarisuudella on suuri merkitys, sillä juuri osmolaarisuuteen uskotaan liittyvän useita haittavaikutuksia. Toinen tärkeä ominaisuus on viskositeetti, sillä mitä korkeampi se on, niin sitä korkeampi on paine suonensisäisessä injektiossa, joka voi aiheuttaa suonivaurioita. Soarea, Lequin ja Huisman (2017) kuitenkin toteavat, että varjoaineesta johtuvat haitalliset reaktiot ovat lapsilla harvinaisia ja niitä esiintyy vähemmän lapsilla kuin aikuisilla.

Zo'o ym. (2010) keskittyvät tutkimuksessaan vertailemaan matala-osmoottisen ja iso-osmoottisen varjoaineen turvallisuutta lasten tietokonetomografiatutkimuksissa. Varjoaineesta johtuvaa nefropatiaa esiintyi kuitenkin yhtä paljon normaalimunuaisarvoisilla lapsilla, oli käytössä matala- tai iso-osmoottinen varjoaine. Varjoaineen osmolaarisuus ei siis itsessään aiheuta tai lisää varjoaineesta johtuvaa nefropatiaa, vaan vaikutusta saattaa olla enemmän varjoaineen viskositeetilla tai molekyylin toksisuudella. (Zo'o ym. 2010.)

Varjoaineesta johtuvasta akuutista munuaisvauriosta lapsilla on tehty oma laaja tutkimuksensa. Tutkimus osoittaa, että varjoaineesta johtuvan akuutin munuaisvaurion esiintyvyys lapsilla on 10,3 prosenttia, eli melko korkea. Varjoainetehosteisia tutkimuksia lapsilla pitäisi siis harkita erityisen tarkasti. Lisätutkimukset aiheesta ovat kuitenkin tarpeellisia, sillä tutkimus oli melko suppea (n=346). (Cantais ym. 2016.)

Hoitajien osaamisella ja moniammatillisilla työryhmillä on tärkeä rooli varjoaineesta johtuvan akuutin munuaisvaurion ehkäisemisessä. Akuutin munuaisvaurion esiintyvyyttä onnistuttiin vähentämään Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa normaaleilla, tiimityöskentelyn laadun kehittämisen metodeilla. Potilasta kehoitettiin nesteyttämään itseään, standardoitiin suonensisäisiä nestemääriä tilavuuden laajentamiseksi, viivästytettiin tutkimuksia riittävän tilavuuden lisäämiseksi, vähennettiin proseduuria edeltävää tekemätöntä aikaa kuukaudesta 2–4 -tuntiin, ottamalla käyttöön tarkoitukseen parhaiten soveltuvan varjoaineen sekä rajoitettiin käytetyn varjoaineen tilavuutta. Tutkimukseen osallistuvissa sairaaloissa onnistuttiin näillä keinoilla vähentämään varjoaineesta johtuvaa akuuttia munuaisvauriota jopa 21 prosenttia. (Lambert ym. 2017.)

Turvallisen täyttö- ja injektiovälineiden mikrobiologista turvallisuutta varjoainetehosteisissa hoitotutkimuksissa käsittelevät Vermeulen, Noury, Dolle, Rebergue ja Boisgard (2015) tekemässään tutkimuksessaan. Tutkimus osoittaa, että varjoaineen injektointi yhdestä suuresta säiliöstä vähentää kyllä varjoainetehostettujen tietokonetomografiatutkimusten kustannuksia, mutta ristikontaminaation riski kasvaa. Se myös vaatii valmistajilta enemmän, sillä heidän pitää pystyä osoittamaan uudeleenkäytettävien injektiovälineiden turvallisuus.

6.2 Säteilyturvallisuuden toteutuminen murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa

Boice (2013) käsittelee kirjallisuuskatsauksessaan lasten tietokonetomografiatutkimusten säteilyn epidemiologiaa eri maiden tutkimuksien pohjalta. Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa muun muassa murrosikäisillä oli nuorempia lapsia korkeampi riski saada aivokasvain. Australialaisessa tutkimuksessa taas syövät, jotka eivät liittyneet aiempaan säteilyyn, ilmenivät merkittävästi useammin lapsilla sekä aivojen kasvaimia todettiin yhtä lailla lapsilla, joille ei ollut tehty pään tietokonetomografiatutkimusta. Taiwanilaisessa tutkimuksessa pahanlaatuisen syövän riskin huomattiin pienenevän, kun tietokonetomografiasta kului aikaa. Kaikissa tutkimuksissa huomattiin kiinteiden kasvainten ilmestyvän paljon aikaisemmin kuin aikaisemmin ollaan raportoitu. (Boice 2013.)

Lapset saavat traumatietokonetomografiatutkimuksissa suuren säteilyannoksen, joka heidän varhaisessa kehitysvaiheessaan on negatiivista, kertovat Tepper, Brice ja Hobgood (2012) tutkimuksessaan. Keskimääräinen säteilyannos lapsilla oli 11,4 mSv tietokonetomografiatutkimuksissa, jotka tehtiin ensimmäisen vuorokauden aikana saadusta traumasta. Näistä lapsipotilaista 16 prosenttia kävivät tietokonetomografiatutkimuksessa seuraavan kuuden päivän aikana, jolloin säteilyannosta tuli lisää 4 mSv ja täten yhteissäteily määrä nousi lukuun 15,4 mSv. Tutkimuksessa huomattiin myös se, että ulkopuolisista sairaaloista siirtyneet lapset saivat vielä suuremman säteilyannoksen kuin se lapset, jotka sairaalassa jo olivat. (Tepper, Brice ja Hobgood 2012.)

King ym. (2009) käsittelevät tutkimuksessaan efektiivisiä annoksi lasten tietokonetomografiatutkimuksissa. Heidän tutkimuksensa mukaan efektiivinen annos lasten pään tietokonetomografiatutkimuksissa oli suurempi nuoremmilla lapsilla kuin vanhemmilla lapsilla. Sen huomattiin kuitenkin vaihtelevan merkittävästi eri instituuttien välillä, kuten traumakeskusten ja paikallisten lastensairaaloiden välillä. (King ym. 2009.)

Multidetektoritietokonetomografian säteilyturvallisuuteen lapsilla pureutuu Nievelstein, Van Dam ja Van Der Molen (2010) kirjallisuuskatsauksessaan. Multidetektoritietokonetomografia on tarkka ja täsmällinen lasten kuvantamisessa, mutta se lisää sekundaaristen syöpien ilmaantuvuutta lapsilla. Siksi radiologien pitäisi näitä tutkimuksia harkita tarkkaan, jotta tutkimus olisi oikeutettu ja optimoitu. (Nievelstein, Van Dam ja Van Der Molen 2010.) Nievelstein, Van Dam ja Van Der Molen (2010) esittelevät myös keinoja, joilla säteilyturvallisuutta voidaan parantaa lasten multidetektoritietokonetomografiatutkimuksissa, ja näitä ovat muun muassa potilaan valmisteleminen kuvaukseen, selektiivisten sisäelinten suojaaminen, kuvausten parametrien valitseminen, tasojen määrän valinta, kollimaattorin käyttö sekä putken jännitteen ja virran valitseminen potilaan koon mukaan.

Säteilyturvallisuudelle tärkeäksi todettiin myös päätöksenapu, jota tarjottiin ensiapuun tuleville lapsille vanhempien. Päätösavulla vanhemmat saivat yhdessä terveydenhuollon henkilöstön kanssa miettiä, onko kyseisessä lapsen pään traumassa parhainta tehdä tietokonetomografiatutkimus vai tarkkaillaanko lasta pelkästään kotona. Tällä päätösavustuksella on mahdollista vähentää lapsille aiheutuvaa säteilyrasitusta. (Hess ym. 2014.)

Suurin osa lasten tietokonetomografiatutkimuksista tehdään Hartin ym. (2012) tekemän tutkimuksen mukaan ei-pediatrisissa laitoksissa. Näistä kuitenkin jopa 17,9 prosenttia uusittiin pediatrisissa traumakeskuksissa. Traumakeskukset voisivat siis kouluttaa ei-pediatrisia laitoksia lasten tietokonetomografiatutkimusten indikaatioista, annoksista ja säteilyn vähentämisen protokollista. Tutkimuksessa haettiin myös lasten yleisintä traumatutkimusta, jonka todettiin olevan pää. Lasten pään traumatietokonetomografiatutkimuksia oli jopa 52 prosenttia tutkimuksista. (Hartin ym. 2012.)

Hojreh, Weber ja Homolka (2015) käsittelevät Itävaltalaisessa tutkimuksessaan henkilöstön koulutuksen vaikutusta lasten tietokonetomografiatutkimuksiin. Koulutuksesta todellakin huomattiin olevan apua, sillä lasten tietokonetomografiatutkimusten säteilyannokset pienenevät merkittävästi henkilöstön koulutuksen jälkeen. Erityisesti parannusta tuli kallon, rintakehän, vatsan ja lantion alueen tutkimuksissa. Koulutuksen lisäksi hyväksi optimoinnin keinoksi todettiin säteilyannosten vertailutasojen käyttö. (Hojreh, Weber ja Homolka 2015.)

Eri mailla ja maanosilla on erilaiset käytännöt ja tehokkuudet lasten tietokonetomografiatutkimuksissa. Rehani (2014) kokoaa kirjallisuuskatsauksessaan yhteen eri maiden säteilyturvallisuutta, jonka huomattiin olevan monissa kehittyvissä maissa vielä vajaavaista. Pienimmät säteilyannokset lasten tietokonetomografiatutkimuksissa olivat Euroopassa, kuin taas Aasiassa ja Afrikassa säteilyannokset olivat suurempia. Aasiassa ja Afrikassa lasten tietokonetomografiatutkimuksia tehdään kaksinkertainen määrä verrattuna Eurooppaan. (Rehani 2014.)

7 POHDINTA

Pohdinta on tutkimuksen tärkein osa. Pohdinnassa kehä sulkeutuu, sillä siinä tutkimuksen ainesosat liitetään yhteen yhdeksi kokonaisuudeksi. Keskeistä pohdinnassa on analysointi, että miten onnistuttiin ratkaisemaan tutkimusongelmat. (Hirsijärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 259.) Tutkimusongelmat tässä tapauksessa ovat tutkimuskysymykset varjoaine- ja säteilyturvallisuudesta, joihin pyrin tässä opinnäytetyössä saamaan kattavat ja luotettavat vastaukset.

7.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tulokset osoittavat, että lapsilla varjoaineen käyttö voi aiheuttaa monia riskejä, eli sen käyttö ei ole täysin turvallista. Varjoaine saattaa lapsilla aiheuttaa nefropatiaa, nefrogeenistä systemaattista fibroosia sekä akuuttia munuaisvauriota. Nämä kaikki ovat vakavia seuraamuksia, mutta niitä on mahdollista ennaltaehkäistä muun muassa antamalla lapselle esilääkitys ennen varjoainetehosteista tietokonetomografiatutkimusta, oikean kemiallisen varjoaineen valinta sekä hoitajien oikeanlainen ja riittävä koulutus. Varsinkin hoitajien koulutuksella todettiin olevan suuri vaikutus, sillä varjoaineesta johtuvia akuutteja munuaisvaurioita onnistuttiin vähentämään jopa 21 prosenttia sairaalassa, jossa tutkimus hoitajien koulutuksesta toteutettiin.

Varjoaineen koostumuksella vaikuttaisi olevan suuri merkitys lapsilla tehtyihin varjoainetehostettuihin tietokonetomografiatutkimusten komplikaatioihin. Viskositeetilla uskotaan olevan enemmän vaikutusta varjoaineturvallisuuteen kuin osmolarisuudella, jonka ennen uskottiin olevan sen tärkein tekijä. Myös molekyylien toksisuudella uskotaan olevan enemmän vaikutusta turvallisuuteen kuin ennen ollaan ajateltu.

Varjoaineturvallisuuteen vaikuttaa olennaisesti myös aseptiikka. Mikrobiologinen turvallisuus on siis tärkeää, jotta kontaminaatioita ei tapahtuisi. Varjoaineen injektointi yhdestä suuresta säiliöstä olisi riski lasten varjoainetehosteisissa tietokonetomografiatutkimuksissa, sillä ristikontaminaatioiden riski on suurempi kuin kertakäyttöisissä injektiovälineissä. Valmistajien olisi oltava myös vastuussa uudelleenkäytettävien injektiovälineiden turvallisuudesta. Nämä uudelleenkäytettävät injektiovälineet tuskin tulevat edullisuudestaan huolimatta yleistymään, ainakaan lähivuosina.

Lasten säteilyturvallisuuteen kiinnitetään nykyään paljon huomiota ja resursseja. Murrosikäisillä lapsilla on korkea riski saada tietokonetomografiatutkimuksista aivokasvain, mikä pitää huomioida tutkimuksen oikeutusta mietittäessä. Varsinkin multidetektoritietokonetomografiassa säteilyannokset ovat lapsillakin suuria, joten lääkäreillä pitää olla ammattitaitoa ja tietoa päättää, onko kyseiselle tutkimukselle tarpeeksi hyvät perusteet.

Nykyään on pureuduttu varsinkin lasten traumatietokonetomografiatutkimuksiin, missä lapset altistuvat suurille säteilyannoksille, joskus jopa aivan turhaan. Eräässä tutkimuksessa ensiapuun tuleville lapsille ja heidän vanhemmilleen tarjottiin päätöksentekoapua, jolla voitiin turhia säteilyrasituksia

poistaa, eli se todettiin hyödylliseksi optimoinnin keinoksi. Myös paikka, johon lapsi tuodaan trauma-tietokonetomografiatutkimukseen, on tärkeä säteilyturvallisuuden kannalta, sillä pediatriassa traumakeskuksissa lapset saivat vähemmän säteilyä kuin ei-pediatriassa laitoksissa. Yllättävää on myös se, että ei-pediatriassa laitoksissa suoritetuista lasten tietokonetomografiatutkimuksista lähes jopa viidennes uusittiin pediatriassa traumakeskuksissa. Traumakeskuksilla olisi siis aiheutta kouluttaa ei-pediatriassa laitoksia lasten tietokonetomografiatutkimusten indikaatioista, säteilyannoksista sekä säteilyn vähentämisen protokollista.

Kuten myös varjoaineturvallisuudessa, on säteilyturvallisuudessakin erittäin tärkeää henkilöstön koulutus, sillä henkilöstön koulutuksella huomattiin olevan suuri merkitys lasten tietokonetomografiatutkimusten säteilyannoksiin, jotka pienenevät merkittävästä koulutuksen jälkeen. Varsinkin pään alueen tutkimusten säteilyannokset pienenevät. Se on hieno asia, sillä lapsilla yleisin kohde tietokonetomografiatutkimukselle on pää.

Lasten säteilyturvallisuuteen vaikuttaa myös maanosa, jossa tietokonetomografiatutkimus suoritetaan. Euroopassa lasten tietokonetomografiatutkimusten säteilyannokset ovat pieniä, mutta Aasiassa ja Afrikassa lasten säteilyannokset taas ovat korkeita. Tämä on huolestuttavaa, sillä Aasiassa ja Afrikassa tehdään lasten tietokonetomografiatutkimuksia kaksinkertainen määrä Eurooppaan nähden. Eri maanosilla ja mailla tulisi olla yhteneväisemmät käytännöt säteilyannosten pienentämiseen sekä kykyä jakaa tietoa myös muille maille.

Kaiken kaikkiaan lasten varjoainetehosteiset tietokonetomografiatutkimukset eivät ole täysin turvallisia. Ne ovat tietyissä tapauksissa kuitenkin tarpeellisia, joten niiden oikeutus, optimointi ja yksilön suoja ovat tärkeitä. Hoitajien koulutuksella on merkittävä rooli näissä tutkimuksissa, kuten myös varjoaineen koostumuksella, aseptiikalla, tutkimuksen teon maanosalla ja laitoksella sekä vanhempien päätöksillä.

Jatkotutkimukset lasten varjoaine- ja säteilyturvallisuudesta olisivat tarpeen. Varjoaineita pitäisi optimoida enemmän lasten tietokonetomografiatutkimuksiin sopiviksi, eli löytää parhain varjoaineen kemiallinen koostumus. Varjoainesta lasten tutkimuksissa ei löytynyt paljoakaan tutkimustietoa, joka on huolestuttavaa, sillä lapset varhaisen kehitysvaiheensa takia ovat erityisasemassa. Tiedoista lasten tietokonetomografiatutkimusten säteilyannosten pienentämisestä pitäisi myös olla yhteneväisemmät käytännöt koko maapallon sisällä, jotta lapset ympäri maailman saisivat parasta hoitoa. Varjoaine- ja säteilyturvallisuudesta olisi mielenkiintoista myös nähdä tulevaisuuden tutkimus, eli miten murrosikäisen lapsen varjoaine- ja säteilyturvallisuus tietokonetomografiatutkimuksessa toteutuu esimerkiksi vuonna 2038 ja verrata sitä nykyiseen versioon vuodelta 2018.

7.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

On syytä korostaa, että kirjallisuuskatsaus on omanlaisensa tutkimus, joten sitäkin koskevat hyvät tieteelliset käytännöt. Tieteelliselle tutkimukselle on asetettu joukko vaatimuksia, sillä sen pitää olla universaalinen, yhteisöllinen, puolueeton sekä siinä pitää olla järjestelmällinen epäilyn periaate.

Nämä tarkoittavat siis sitä, että väitteiden tieteellisiä totuusarvoja on arvioitava, tieteellisen tiedon tulee olla kansainvälistä, tutkija ei saa olla tietoa käsiteltäessä puolueellinen sekä tieteellisten tulosten on oltava tiedeyhteisön julkisen tarkastelun saatavissa. Nämä asiat yhdessä tekevät tutkimuksesta luotettavan. (Hirsijärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 21.)

Kaiken tutkimuksen luotettavuutta tulisi tavalla tai toisella arvioida. Nykyään käytössä onkin erilaisia mittaus- ja tutkimustapoja, joilla tehdyn tutkimuksen luotettavuutta pyritään arvioimaan. (Hirsijärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 226–228.) Opinnäytetyössäni on siis tärkeää, että vertailen eri tietolähteitä ja tutkimuksia sekä koitan löytää oikeat tiedot luotettavilta tekijöiltä. Luotettavuuden kannalta on tärkeää, että käytän työssäni näytön asteiksi A ja B luokiteltuja aineistoja.

Kirjallisuuskatsaukseni luotettavuus lähtee aineiston hausta. Etsin ja dokumentoin tietoa ja tiedonhaku hyvien tieteellisten käytäntöjen mukaisesti. Valitsin aineistoksi artikkeleita, jotka voidaan hoitoon perustuvan näytön asteen mukaan luokitella luotettaviksi. Aineisto on julkaistu alan arvostetuissa lehdissä, sen lähdeluettelot ovat kattavia, se on vertaisarvioitua ja se on terveydenhuollon ammattilaisten kirjoittamaa. Aineisto on myös kirjoitettu enintään kymmenen vuotta sitten, jotta tutkimukseen saataisiin ajankohtaisin tieto. Aineistosta kerätyt tiedot ovat dokumentoitu rehellisesti ja aineiston kirjoittajaa kunnioittaen sekä aineistoon on myös lähdeviitattu Savonia-ammattikorkeakoulun ohjeiden mukaisesti.

Aineistoni luotettavuuden kannalta esille nousi myös aiheesta löytyvän tiedon määrä. Varjoaineista lasten tietokonetomografiatutkimuksissa ei löytynyt paljoakaan luotettavaksi arvioitavaa tietoa. Osa aiheesta löytyvistä aineistoista oli myös maksullisia, joita en voinut niiden kalliin hinnan ja lyhyen katseluajan takia käyttää kirjallisuuskatsauksessani. Säteilyturvallisuudesta lasten tietokonetomografiatutkimuksissa löytyi puolestaan paljon luotettavia artikkeleita, joista oli vaikea valita kirjallisuuskatsaukseen tietyt yksilöt. Yritin kuitenkin saada synteesitaulukostani mahdollisimman monipuolisen ja ottaa mukaan seikkoja, jotka eivät heti tule aiheesta mieleen. Näitä oli kirjallisuuskatsauksessani muun muassa aseptiikka ja hoitajien koulutus varjoaine- ja säteilyturvallisuuden toteutumisen kannalta.

Pyrin toteuttamaan opinnäytetyöni hyviä eettisiä periaatteita noudattaen. Hyvät tieteelliset käytännöt tarkoittavat tarkkuutta, rehellisyyttä ja suoruutta tutkimustyön eri vaiheissa, tieteellisten toimintatapojen noudattamista sekä muiden tutkijoiden kunnioittamista. Tutkimus on tehty hyvien tieteellisten käytäntöjen mukaisesti, kun eettisyys toteutuu. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.) Eettisyys kohdentuu omassa opinnäytetyössäni aineiston hakuun, käsittelyyn sekä sen esittämiseen. Hyvien eettisten tapoihin kuuluu, ettei toisten töitä plagioida, aineiston haussa käytetään lähdekritiikkiä, ja tutkimusten tulokset raportoidaan sellaisina kuin ne ovat (Hirsijärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 26).

Oman eettisen näkökulman tähän kirjallisuuskatsaukseen tuo sen keskittyminen lapsiin. Lapset luetaan erityisryhmäksi, sillä he ikänsä, kehitystasonsa sekä oikeudellisen asemansa vuoksi tarvitsevat

suojelua enemmän kuin aikuiset. Lapsia käsitellessä pätevät pääosin samat eettiset periaatteet tutkimuksissa kuin aikuisiakin, mutta erona on päätös osallistua kyseiseen tutkimukseen. Aikuiset ovat itse vastuussa päätöksistään, mutta lapsilla tilanne on toinen, sillä lapsen päätökseen vaikuttavat suuresti vanhemmat. (Lagström, Pösö, Rutanen ja Vehkalahti 2010, 44.) Valitsemissani tutkimuksissa lapsille ei kuitenkaan ole annettu varjoaineita eikä heitä ole käytetty tietokonetomografiatutkimuksissa pelkästään tieteellisen tutkimuksen nimissä, vaan tiedot on kerätty pääosin retrospektiivisesti tai kirjallisuuskatsauksella.

7.3 Ammatillinen kehitys

Oppiminen on uuden tiedon sisäistämistä, mutta sen lisäksi oppimiseen kuuluu olennaisesti myös yhteisölliseen toimintaan kuuluvat emotionaaliset sekä sosiaaliset ulottuvuudet. Nykyaikaisessa, digitaalisessa maailmassa tieto, osaaminen ja oppiminen muuttuvat koko ajan. (Savolainen, Vilkkonen ja Vähäkylä 2017, 7.) Opinnäytetyöprosessi tukee tätä ajatusmallia, sillä opinnäytetyötä tehdessä pitää tutustua uusimpaan tietoon sekä pohtia paljon omaa tekemistään ja toimintaansa muun muassa etiikan ja luotettavuuden näkökulmista.

Oppiminen vaatii oppijalta tietoa siitä, mitä tekee ja miksi on sitä tekemässä (Haapasalo 2012, 65). Opinnäytetyötäni tehdessä minun pitikin muutamaa otteeseen pysähtyä miettimään mitä oikein teen ja miksi tätä opinnäytetyötäni teen. Opinnäytetyön tarkoitus on kehittää tekijänsä ammatillista osaamista, sillä röntgenhoitajan tulee osata laajentaa ja kehittää tietoperustaansa äkkiä etenevän kehityksen mukaisesti, hyödyntää löytämäänsä tutkimustietoa sekä kehittää omaa ammattitaitoaan, ammattiaan ja ennen kaikkea itseään (Opetusministeriö 2006). Opinnäytetyötä tehdessä täytyikin osata kattavasti etsiä luotettavaa ja uusinta tietoa omasta tulevasta ammatistaan. Koen opinnäytetyöprosessin kehittäneen omaa ammattitaitoani, tietoperustaani sekä jopa itseäni, joten koen prosessin olleen itselleni hyvinkin tärkeä ammattiin valmistumisen näkökulmasta. Voin siis sanoa oppineeni paljon opinnäytetyöprosessin aikana.

Opinnäytetyöni suhteen aikataulu oli tiukka, sillä oman henkilökohtaisen elämäni vuoksi halusin tehdä sen hieman suunniteltua aiemmin. Valitsin aiheen syksyllä 2017 ja tavoitteena oli saattaa se valmiiksi ennen maaliskuuta 2018. Aiheen valinta oli haastavaa, sillä tiesin haluavani tehdä juuri kirjallisuuskatsauksen sekä keskittyä radiografiassa käytettävien varjoaineiden turvallisuuteen, mutta alussa muuta en sitten vielä tiennytkään. Pikkuhiljaa aihe kuitenkin ohjaavan opettajan sekä tiedonhaun kautta tarkentui, ensin lapsiin ja tietokonetomografiatutkimuksiin, sitten lapsista tiettyyn ikäryhmään ja lopuksi mukaan tuli myös säteilyturvallisuus. Kaiken kaikkiaan olen hyvin tyytyväinen aiheeseeni, sillä sen mielenkiintoisuus auttoi pitämään motivaatiota yllä koko opinnäytetyöprosessin ajan.

Eniten haasteita minulle tuotti opinnäytetyötäni tehdessä tiedonhaku. Oli haastava löytää se kaikkein luotettavin ja uusin tieto, kun tietoa vaikutti olevan rajaton määrä. Joitain asioita taas sai etsiä monien mutkien kautta, kun kyseisistä asioista ei tahtonut löytää yhtään tietoa. Tiedonhaun taitoni kui-

tenkin opinnäytetyöprosessin aikana kehittyi, ja työn loppuvaiheilla tiedonhaku oli jo paljon helpompaa. Eniten käytin työssäni englanninkielisiä lähteitä, sillä niistä tuntui löytyvän parhaiten luotettavaa ja uusinta tietoa. Se toi prosessiini uusia haasteita, sillä vieraalla kielellä joitain asioita oli haastava sisäistää ja kääntää suomenkielelle.

Tieteellistä kirjoittamista ja Savonia-ammattikorkeakoulun lähteiden viittaamistapaa harjoiteltiin koko opiskelu aika, joka oli avuksi opinnäytetyöprosessissa. Itse opinnäytetyön kirjoittamisen otin alusta saakka vastaan haasteena, sillä en ole ikinä kirjoittanut näin laajasti tekstiä yhdestä aiheesta. Työsuunnitelmavaiheessa tein myös SWOT-analyysin mahdollisesta riskeistä (liite 2). SWOT on apuväline analysoimaan oppimista, ja lyhenne SWOT tulee englannin sanoista Strengths (vahvuudet), Weaknesses (heikkoudet), Opportunities (mahdollisuudet) ja Threats (uhat) (Opetushallitus 2017). Vahvuuksiksi koin muun muassa korkean motivaation sekä taidon tehdä ajankäytönsuunnitelmia, kun taas heikkouksiin kirjasin muun muassa itsekritiikin, sillä pyrin aina parhaimpaan ja vaadin itseltäni paljon sen saavuttamiseksi. Mahdollisuuksiin laitoin muun muassa TT-harjoittelun, sillä tiesin saavani työharjoittelusta aiheen parissa paljon hyötyä, kun taas uhaksi koin muun muassa kiireet muiden opintojen kanssa sekä sen, että opinnäytetyöprosessi vie liikaa aikaa muilta opiskeluilta. Kirjoittaminen sujui kuitenkin mielestäni hyvin, ja olenkin tyytyväinen kirjoittamaani tekstiin. Opinnäytetyön kirjoittaminen antaa selkeästi valmiuksia erilaisten tekstien tuottamiseen työelämässä ja mahdollisissa jatko-opinnoissa.

Tehdessäni opinnäytetyötäni olin neljä viikkoa kestävässä tietokonetomografiatutkimusten harjoittelussa. Oli hienoa päästä sitomaan teoriaa ja käytäntöä yhteen, varsinkin kun meneillään oli opinnäytetyöprosessini, sillä koin saavani harjoittelusta todella paljon hyötyä. Harjoittelussa pääsin näkemään ja toteuttamaan tietokonetomografiatutkimuksia, jotka auttoivat sisäistämään koulussa oppimaa sekä opinnäytetyötäni varten hankittua tietoa. Ilman käytännön harjoittelua aiheesta olisi ehkä ollut vaikeaa saada kokonaisvaltaista kuvaa. Pystyin myös harjoittelussa ollessani konsultoimaan kyseisen paikan henkilökunnalta tietoa ja kokemuksia aiheesta, mikä selvensi minulle joitakin seikkoja ja antoi laajempaa kuvaa aihepiiristä sekä röntgenhoitajien asiantuntijuudesta.

Asiantuntijuus tarkoittaa korkealaatuista osaamista, jossa tiedot, taidot sekä itsesääätely ovat liittyneet yhteen joustavaksi kokonaisuudeksi. Asiantuntijuudella on myös kyky kehittyä ja se kehittyy tavoitteellisen opiskelun sekä harjoittelun kautta. Hoitajilla asiantuntijuus jakautuu kolmiportaiseen malliin, joka koostuu käytännöstä, formaalista tiedosta sekä metakognitiivisesta ja reflektiivisestä tiedosta. Praktinen tieto pitää sisällään ihmistuntemuksen ja tajun potilaan tunnetiloista, työvälineiden ja hoitomuotojen tiedollisesta ja taidollisesta päivityksestä, vastuuhoidajana toimimisesta ja koordinoinnista sekä yhteistyön eri ryhmien kanssa. Formaaliin tietoon kuuluu potilaan hoito erikoisalun mukaisesti, itse hoitotoimenpiteet ja potilasohjaus sekä lääketietous. Metakognitiiviseen ja reflektiiviseen tietoon puolestaan kuuluu itsenäisen, rohkean työote, vastuu omista ratkaisuksistaan, toiminnan kehittäminen, tilannetaju sekä tietous siitä, että aina on kehitettävää. (Collin 2009.) Opinnäytetyö kehitti kaikkia näitä osa-alueita ja loi valmiuksia työelämään, sillä se muun muassa lisäsi

tietouttani varjoaine- ja säteilyturvallisuudesta murrosikäisten lasten tietokonetomografiatutkimuksista. Tehdessäni opinnäytetyön itsenäisesti se myös lisäsi rohkeuttani ja vastuun ottamista omista ratkaisuisistani.

Opinnäytetyöprosessini aikana olen kehittänyt asiantuntijuuttani röntgenhoitajana sekä saanut valmiuksia työelämään. Savonia-ammattikorkeakoulussa asiantuntijuus kehittyy laajoina kokonaisuuksina, jotka kehittävät opiskelijan kokonaiskehitystä sekä asiantuntijuuden kehittymistä opetuksen ja työelämälähtöisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan yhteistyönä. Röntgenhoitajan opetussuunnitelman mukaisesti tutkinto varmistaa työelämässä tarvittavan osaamisen. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018.)

Radiografia- ja sädehoitotyön ammatilliset kompetenssit ovat myös tulleet tutuiksi opiskeluajan sekä opinnäytetyöprosessin kautta. Radiografia- ja sädehoitotyön ammatilliset kompetenssit ovat ohjaamis- ja hoitamisosaaminen, menetelmäosaamisen sekä turvallisuusosaaminen. Ohjaamis- ja hoitamisosaamiseen kuuluu muun muassa varjoaineiden turvallinen käyttö sekä potilaan ja hänen omaistensa ohjaamisen ennen tutkimusta, sen aikana ja sen jälkeen. Menetelmäosaamista on muun muassa ihmisen anatomian ja fysiologian tuntemus, kuvantamistutkimusten menetelmien ja laitteiden käyttäminen sekä kuvien käsittely. Turvallisuusosaamiseen taas kuuluu oman toimintansa perustelu ja arviointi lääketieteellisen säteilykäytön mukaisesti, potilasturvallisuus sekä työturvallisuus. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2018.) Näitä kaikkia kompetensseja sain käsitellä opinnäytetyöprosessini aikana, joka kehitti omalta osaltaan asiantuntijuuttani sekä valmiuksia siirtyä työelämään.

Olen tyytyväinen itse tuotokseen, eli opinnäytetyöhöni. Tiukan aikataulun takia en saanut siitä omasta mielestäni niin hyvää kuin olisin halunnut, sillä keksin siihen koko ajan lisättävää tai korjattavaa. Opinnäytetyöni on kuitenkin luotettava, tehty eettisten periaatteiden mukaisesti ja ennen kaikkea se vastaa tutkimuskysymyksiini selkeästi. Olen tyytyväinen myös teoreettiseen viitekehykseeni, joka avaa aiheen teoriataustaa. On mielenkiintoista jäädä seuraamaan, miten lasten pään varjoaine- ja säteilyturvallisuus tietokonetomografiatutkimuksissa kehittyvät ja muokkautuvat.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

BRENNER, D. ja HALL, E. 2007. Computed Tomography — An Increasing Source of Radiation Exposure. *The New England Journal of Medicine* 357, 2277-84.

BRASCH, R. 2008. Contrast media toxicity in children. *Pediatric Radiology* 38, 281–S284.

BOICE, J. 2013. Radiation epidemiology and recent paediatric computed tomography studies. *Annals of the ICRP*, 236-248.

BUSHONG, S. 2013. Radiologic science for technologist. 9.painos. Canada: Elsevier.

CANTAIS, A., HAMMOUDA, Z., MORY, O., PATURAL, H., STEPHEN, J., GULYAEVA, L. ja DARMON, M. 2015. Incidence of contrast-induced acute kidney injury in a pediatric setting: a cohort study. *Pediatric Nephrol* 31, 1355-1362.

COLLIN, K. 2009. Asiantuntijaksi oppiminen, ammatillisen identiteetin kehittyminen ja moniammatillinen työ. [Verkkojulkaisu]. Jyväskylän yliopisto, kasvatustieteiden laitos/kasvatustiede ja aikuiskasvatus. [Viitattu 2018-01-21]. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/kurssit/65050/luento/luentokaijajacollin>

COUGHLAN, M., CRONIN, P. ja RYAN, F. 2013. Doing a Literature Review in Nursing, Health and Social Care. London: SAGE Publications Ltd

DANCE, D., CHRISTOFIDES, S., MAIDMENT, A., MCLEAN, I. ja NG, K. 2014. Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students. Austria: IAEA.

DEBNAM, J., GILLENWATER, A. ja GINSBERG, L. 2017. Nasal Septal Abscess in Patients with Immunosuppression. *American Journal of Neuroradiology* November 281878-1879.

ELOMAA, L. ja MIKKOLA, H. 2010. Näytön jäljillä: Tiedonhaku näyttöön perustuvassa hoitotyössä. [verkkojulkaisu]. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 12. [Viitattu 2017-11-09]. Saatavissa: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522161352.pdf>

ENG, J., SUBRAMANIAM, R., WILSON, R., TURBAN, S., CHOI, M., ZHANG, A., SUAREZ-CUERVO, C., SHERROD, C., HUTFLESS, S., IYOH, E. ja BASS, E. 2015. Contrast-Induced Nephropathy: Comparative Effects of Different Contrast Media. AHRQ Publication 15, EHC022-EF.

ESKOLA, E. 2008. Turvallisuus käsitteenä. Maanpuolustuskorkeakoulu, Strategian laitos. Julkaisusarja 3, Strategian asiatietoa, No 10.

HAAPASALO, L. 2012. Oppiminen, tieto ja ongelmanratkaisu. 8. painos. Joensuu: Medusa-Software

HARTIN JR, C., JORDAN, J., GEMME, S., GLICK, P., CATY, M., OZGEDIZ, D. ja BASS, K. 2012. Computed tomography scanning in pediatric trauma: opportunities for performance improvement and radiation safety. *Journal of surgical research* 180, 226- 231.

HEIKKINEN, J., ISOHANNI, M. ja MIETTUNEN J. 2007. Lääketieteen kirjallisuustietokannat ja tiedonhaku. *Suomen lääkärilehti - Finlands läkartidning* 62, 2165-2170.

HESS, E., WYATT, K., KHARBANDA, A., LOUIE, J., DAYAN, P., TZIMENATOS, L., WOOTTON-GORGES, S., HOMME, J., PENCILLE, L., LEBLANCH, A., WESTPHAL, J., SHEPAL, K., SHAH, N., BRANDA, M., HERRIN, J., MONTORI, V. ja KUPPERMANN, N. 2014. Effectiveness of the head CT choice decision aid in parents of children with minor head trauma: study protocol for a multicenter randomized trial. *Trials* 15, 253.

HILTUNEN, L. 2010. Opinnäytteen aineiston hankinta. Jyväskylän yliopisto. [Viitattu 2017-11-12]. Saatavissa: http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/aineiston_hankinta2.pdf

HIRSJÄRVI, S., REMES, P. ja SAJAVAARA, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. painos. Helsinki: Tammi.

HOJREH, A., WEBER, M. ja HOMOLKA, P. 2015. Effect of staff training on radiation dose in pediatric CT. *European journal of radiology* 84, 1574-1578.

JÄRVINEN, H. (toim.) 2007. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2007. [Verkkojulkaisu]. STUK. [Viitattu 2017-12-12]. Saatavissa: <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/124425/stuk-c6.pdf;sequence=1>

KAUL, V. 2015. Contrast Radiography. [Viitattu 2018-01-14]. [Verkkojulkaisu]. Saatavissa: <https://www.slideshare.net/vibhutikaul/contrast-radiography>

KIM, S., SONG, H., SAMEI, E., YIN, F. ja YOSHIKUMI, T. 2011. Computed tomography dose index and dose length product for cone-beam CT: Monte Carlo simulations of a commercial system. *Journal of applied clinical medical physics* 12, 3395.

KING, M., KANAL, K., RELYEA-CHEW, A., BITTLES, M., VAVILALA, M. ja HOLLINGWORTH, W. 2009. Radiation exposure from pediatric head CT: moni-instituuttinen tutkimus. *Pediatric Radiology* 39, 1059-1065.

KUS, K. 2011. What is radiation. [Viitattu 2018-01-14]. [Verkkojulkaisu]. Saatavissa: <http://saglik.bilkent.edu.tr/aykonu/ay2011/radyasyoning.htm>

KÄYVÄN HOIDON OHJEET 2016. Ohje: miten käytän Käypä hoito -suositusten verkkoversiota? [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-15]. Saatavissa:

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus;jsessionid=ECFE99B94A8075926E563406957F3968?id=kho00022>

LAGSTRÖM, H., PÖSÖ, T., RUTANEN, N. ja VEHKALAHTI, K. 2010. Lasten ja nuorten tutkimuksen etiikka. Helsinki: Nuorisotutkimusverkosto.

LAJUNEN, A. 2014. Röntgentoiminnan nykytila viranomaisen silmin –TT-tutkimukset. [Verkkojulkaisu]. Säteilyturvakeskus. [Viitattu 2018-01-22]. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/documents/12547/156609/Lajunen-RD2014.pdf/e958215a-21e7-42f2-8a02-c20f97542296>

LAKI POTILAAN ASEMESTA JA OIKEUKSISTA. L 1992/785. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2017-09-12]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19920785>

LAMBERT, P., CHAISSON, K., HORTON, S., PETRIN, C., MARSHALL, E., BOWDEN, S., SCOTT, L., CONLEY, S., STENDER, J., KENT, G., HOPKINS, E., SMITH, B., NICHOLSON, A., ROY, N., HOMSTED, B., DOWNS, C., ROSS, C. ja BROWN, J. 2017. Reducing acute kidney injury due to contrast material: how nurses can improve patient safety. *Critical Care Nurse* 37, 13-26.

LINDGREN, L. 2001. Röntgenvarjoaineet ja munuainen. *FINNANEST* 34, 525-527.

MCCONNELL, J. 2011. *Index of Medical Imaging*. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell.

METSÄLÄ, E., MEYSTRE, N., JORGE, J., HENNER, A., KUKKES, T. ja REIS, C. 2017. European radiographers' challenges from mammography education and clinical practice – an integrative review. *Insights into Imaging* 8, 329–343.

MIGLIORETTI, D., JOHNSON, E. ja WILLIAMS, A. 2013. The Use of Computed Tomography in Pediatrics and the Associated Radiation Exposure and Estimated Cancer Risk. *JAMA Pediatrics* 167, 700-707.

MONTONEN, T. 2011. *Opinnäytetyöopas*. Itä-Suomen Yliopisto, Kauppatieteiden laitos. [verkkojulkaisu]. [viitattu 2017-11-09]. Saatavissa: <https://www2.uef.fi/documents/1174654/1212008/UEFopinnaytetyo.pdf/fb4f22f9-4ada-40f1-a447-96ddea51e1cd>

NIEVELSTEIN, R., VAN DAM, I. ja VAN DER MOLEN, A. 2010. Multidetector CT in children: current concepts and dose reduction strategies. *Pediatric Radiology* 40, 1324-1344.

OLIVER, P. 2006. *Writing your thesis*. 2. Painos. London: Sage Publications.

OPETUSHALLITUS 2017. SWOT- analyysi. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-27]. Saatavissa: http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_tyovalineita/swot-analyysi

OPETUSMINISTERIÖ 2006. Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon. [Verkkojulkaisu]. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä. [Viitattu 2018-01-21]. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80112/tr24.pdf?sequence=1>

PAILE, W. 2000. Ionisoivan säteilyn haitat. Duodecim 116, 660–663.

PEARCE, M., SALOTTI, A., LITTLE, M., MCHUGH, K., LEE, C., KIM, K., HOWE, N., RONCKERS, C., RAJARAMAN, P., CRAFT, A., PARKER, L. ja BERRINGTON DE GONZÁLEZ, A. 2012. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. Lancet 380, 499–505.

PETÄJÄ, J. ja MERTSOLA, J. 2013. Lapset on huomiotava nykyistä paremmin. Lääkärilehti 39, s. 2428 – 2429.

RAO, P., BEKHIT, E., RAMANAUSKAS, F. ja KUMBLA, S. 2011. CT head in children. European Journal of Radiology 82, 1050-1058.

REHANI, M. 2014. Multi-national findings on radiation protection of children. Pediatric radiology 44, 475-478.

RIIKOLA, T., PETTILÄ, V. ja LAUKKANEN, A. 2013. Munuaisvaurio (akuutti). Käyvän hoidon potilasversiot. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-01-14]. Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=khp00088

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY 2015. ChemSpider. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-01-14.] Saatavissa: <http://www.chemspider.com/StructureSearch.aspx>

SALMINEN, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus. Verkkojulkaisu. [Viitattu 2017-08-06]. Saatavissa: http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

SAND, O., SJAASTAD, Ø., HAUG, E., BJÅLIE, J. ja TOVERUD, K. 2011. Ihminen: Fysiologia ja anatomia. 1. painos. Helsinki: WSOYpro Oy

SAVOLAINEN, H., VILKKO, R. ja VÄHÄKYLÄ, L. 2017. Oppimisen tulevaisuus. Tallinna: Printon Trukikoda

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU. Opetussuunnitelma. [Viitattu 2018-01-21]. Saatavissa: <http://portal.savonia.fi/amk/fi/opiskelijalle/opetussuunnitelmat?yks=KS&krtid=1025&tab=4>

SEERAM, E. 2016. Computed Tomography: Physical Principles, Clinical Applications and Quality control. United States of America: Elsevier.

SHENER, M., VISCONTI, P., RITENOUR, E. ja HAYNES, K. 2014. Radiation protection in medical radiography. China: Elsevier.

SEQUEIROS, R., KOSKINEN, S., ARONEN, H., LUNDBOM, N., VANNINEN, R. ja Tervonen, O. (toim.) 2016. Kliininen radiologia, Radiologisen kuvantamisen fysiikka ja tekniikka. Helsinki: Duodecim.

SIPOLA, P. 2012. Varjoaineen käytön optimointi TT:ssä. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-08-06.] Saatavissa: www.sadeturvapaivat.fi/file.php?631

SOARES, B., LEQUIN, M. ja HUISMAN, T. 2017. Safety of contrast material use in children. Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America 25, 779-785.

SORANTIN, E., WEISSENSTEINER, S., HASENBURGER, G. ja RICCABONA M. 2011. CT in children – dose protection and general considerations when planning a CT in a child. European Journal of Radiology 82, 1043-1049.

STOLT, M., AXELIN, A. ja SUHONEN, R. (toim.) 2015. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turku: Turun Yliopisto.

STUK 2005. Lasten röntgentutkimusohjeisto. Verkkojulkaisu. [Viitattu 2017-08-06]. Saatavissa: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125016/lasten_rontgentutkimusohjeisto.pdf?sequence=1

STUK 2012. Lasten TT-tutkimusohjeisto. Verkkojulkaisu. [Viitattu 2017-09-08]. Saatavissa: <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125253/stuk-opastaa-lasten-tt-tutkimusohjeisto-09-2012.pdf?sequence=1>

STUK 2014. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten tietokonetomografiatutkimuksissa. [Viitattu 2018-01-22]. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/documents/12547/476916/paatos-9-3020-2015-potilaan-sateilyaltistuksen-vertailutasot-lasten-tietokonetomografiatutkimuksissa.pdf/ad15f18b-b419-4e1f-b448-4c24952a3b26>

STUK 2016a. Säteilylain muutokset 2018. Verkkojulkaisu. [Viitattu 2017-09-11]. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/documents/12547/2303222/Ritva+Havukainen+S%C3%A4teilylain+muutokset+vuonna+2018.pdf/d50b5f8c-ee78-4b92-a397-647ae514e5cc>

STUK 2016b. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015. Verkkojulkaisu. [Viitattu 2017-09-08]. Saatavissa: <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131372/stuk-b207.pdf?sequence=3>

STUK 2017a. Säteilysuojelun periaatteet. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-15]. Saatavissa: <http://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/sateilytoiminnan-turvallisuus/sateilysuojelun-periaatteet>

STUK 2017b. Säteilyn terveysvaikutukset. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-11-27]. Saatavissa: <http://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/sateilyn-terveysvaikutukset>

SÄTEILYSUOJELULAKI. L 1991/592. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2017-09-14]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592#L1P2>

TEPPER, B., BRICE, J. ja HOBGOOD, C. 2012. Evaluation of radiation exposure to pediatric trauma patients. The journal of emergency medicine 44, 646-652.

THOMSEN, H. ja MORCOS, S. 2000. Radiographic contrast media. BJUI International 86, 1-10.

THOMSEN, H. 2010. Contrast media safety—An update. European Journal of Radiology 80, 77-82.

TSALAFOUTAS, A. ja METALLIDIS, S. 2011. A method for calculating the dose length product from CT DICOM images. The British Journal of Radiology 84, 236-243.

TUTKIMUSEETTINEN NEUVOTTELUKUNTA 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-15]. Saatavissa: http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

VERMEULEN, C., NOURY, B., DOLLE, F., REBERGUE, H. ja BOISGARD, R. 2015. Microbial Safety Assessment of a Double Check-Valve Patient Line in a Multiuse Contrast Delivery System. Radiologic Technology 87, 139-149.

ZO'O, M., HOERMANN, M., BALASSY, C., BRUNELLE, F., AZOULAY, R., PERIENTE, D., PANUEL, M. ja LE DOSSEUR, P. 2010. Renal safety in pediatric imaging: randomized, double-blind phase IV clinical of iobitridol 300 versus ionixanol 270 in multidetector CT. Pediatric Radiology 41, 1393-1400.

LIITE 1. SYNTEESITÄULUKKO

Tutkimuskysymys 1: Varjoaineturvallisuuden toteutuminen murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa					
Lähdeviite	Maa	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimuksen suunnittelu, otanta ja tulokset	Tutkimus-tapa	Johtopäätös ja luotettavuus
BRASCH, R. 2008. Contrast media toxicity in children. Pediatric radiology 38, 281 – 284.	USA	Joidenkin kliinisesti tärkeiden varjoainemyrkyllisyyden muotojen arviointi huomioiden pääosin lapset.	Kirjallisuuskatsaus, jossa on käsitelty erilaisia varjoaineesta johtuvia myrkyllisiä reaktiotyyppejä ja keinoja vähentää komplikaatioita. Näitä ovat varjoaineen aiheuttama nefropatia, nefrogeeninen systemaattinen fibroosi, akuutin varjoainereaktion hallinta sekä esilääkityksen merkitys varjoainereaktion esiintyvyyden vähentämisessä.	Kirjallisuuskatsaus.	Varjoaineesta johtuvia haitallisia reaktioita esiintyy myös lapsilla, joten varjoaineet olisi hyvä tutkia perusteellisesti aikuisten lisäksi myös lapsilla. Artikkeli julkaistu Pediatric Radiology- lehdessä vuonna 2008, tekijä on lääkäri eikä hänellä ole kaupallisia tavoitteita artikkelia kirjoittaessa.
SOARES, B., LEQUIN, M. ja HUISMAN, T. 2017. Safety of contrast material use in children. Magnetic resonance imaging clinics of North America 25, 779-785.	USA	Käydä läpi tämänhetkistä turvallisuuden liittyvää tietoa tunnetuimmista ionisoiduista suonensisäisesti annetuista varjoaineista, joita käytetään lapsilla.	Kirjallisuuskatsaus, joka käsittelee erilaisia varjoaineiden tyyppejä, nopeita haittavaikutuksia ja allergian tapaisia reaktioita lapsilla sekä varjoaineesta aiheutuvaa nefronimyrkyllisyyttä ja nefrogeenistä systemaattista fibroosia lapsilla.	Kirjallisuuskatsaus.	Ionisoidut varjoaineet ovat turvallisia käyttää lasten tietokonetomografiatutkimuksissa ja akuuttien sivuvaikutusten riski ja varjoaineesta johtuvien nefronimyrkytysten määrä on kaiken kaikkiaan pienempi kuin aikuisilla. Artikkeli on julkaistu tieteellisessä lehdessä Magnetic resonance imaging clinics of North America vuonna 2017 ja sen ovat kirjoittaneet kolme alalla toimivaa lääkäriä.
ZO'O, M., HO-ERMANN, M., BALASSY, C., BRUNELLE, F., AZOULAY, R., PERIENTE, D., PANUEL, M. ja LE DOSSEUR, P. 2010. Renal safety in pediatric imaging: randomized, double-blind phase IV clinical of iobitridol 300 versus ionixanol 270 in multidetector CT.	Ranska	Vertailla varjoaineesta johtuvaa nefropatian incidenssiä varjoainetehosteisella monileiketietokonetomografiassa suonsisäisellä matala-osmoottisella iobitridolilla ja iso-osmoottisella ionisoidulla.	Tutkimukseen osallistui 146 iältään 1 – 16-vuotiaasta lasta, joilla oli normaali munuaisfunktio. Heistä 145 sai varjoainetta. Satunnaisesti valittiin 74 lasta saivat iobitridolia ja loput 71 lasta saivat iodixanolia. Tuloksena näillä kahdella erilaisella varjoaineella ei ole merkittävää eroa tur-	Tilastollinen analyysi, joka toteutettiin käyttämällä SAS-järjestelmän	Varjoaineen osmolaarisuus ei luultavasti yksinään aiheuta varjoaineesta johtuvaa nefropatiaa lapsilla, joilla on normaali munuaisfunktio. On siis yhtä turvallista käyttää matala- kuin iso-osmoottista varjoainetta. Artikkeli on julkaistu tieteellisessä lehdessä Pediatric radiology vuonna 2011 ja se on vertaisarvioitu.

Pediatric Radiology 41, 1393-1400.		xanolilla lasten tietokonetomografiatutkimuksissa.	vallisuudessa, sillä varjoaineesta johtuvan nefropatian sai 4,8 % iobitridolilla ja 10,6 % iodi-xanolilla.	versiota 9.1.	
CANTAI, A., HAMMOUDA, Z., MORY, O., PATURAL, H., STEPHEN, J., GULYAEVA, L. ja DARMON, M. 2015. Incidence of contrast-induced acute kidney injury in a pediatric setting: a cohort study. Pediatric Nephrology 31, 1355-1362.	Ranska	Edistää akuutin munuaisvaurio -riskin tietoutta lasten kuvantamisessa.	Retrospektiivinen tutkimus lapsilla (n=346), jotka kävivät tietokonetomografiatutkimuksessa vuosien 2005 – 2014 aikana viidessä yliopistollisessa sairaalassa. Akuutti munuaisvaurio todettiin maailmanlaatuksen KDIGO -järjestön mukaisesti. Varjoainetta saaneet lapset olivat iältään 0 -16 vuotiaita. Tuloksena tutkimuksesta saatiin, että akuutin munuaisvaurion toistuvuus oli niinkin korkea kuin 10,3 %.	Tilastollinen analyysi, tulokset raportoitiin mediaa-aineina ja kvartiiliväleinä tai numeroina ja prosentteina.	Akuutin munuaisvaurioriskin suuruus lapsilla on suuri, joten lääkäreiden tulisi ottaa hyvin huomioon komplikaatioiden mahdollisuudet. Aiheesta tarvittaisiin kuitenkin lisää tutkimuksia. Tutkimus on julkaistu alan arvostetussa lehdessä vuonna 2016 eikä se ole eturistiriidassa. Tutkimus on myös vertaisarvioitu vuonna 2015.
LAMBERT, P., CHAISON, K., HORTON, S., PETRIN, C., MARSHALL, E., BOWDEN, S., SCOTT, L., CONLEY, S., STENDER, J., KENT, G., HOPKINS, E., SMITH, B., NICHOLSON, A., ROY, N., HOMSTED, B., DOWNS, C., ROSS, C. ja BROWN, J. 2017. Reducing acute kidney injury due to contrast material: how nurses can improve patient safety. Critical Care Nurse 37, 13-26.	USA	Vähentää varjoaineesta johtuvaa akuutin munuaisvaurion esiintyvyyttä sydänverisuonten sisään katetrilla tehtävissä toimintatoimissa ja käsitellä hoitajien osuutta edistää varjoainepotilasturvallisuutta.	Tutkimus suunniteltiin ehkäisemään varjoaineesta johtuvia akuutteja munuaisvaurioita sydänverisuonten sisään katetrilla tehtävien toimenpiteiden jälkeen. Dataa kerättiin tammi-kuusta 2007 kesäkuuhun 2012 ja tutkimukseen osallistui 20 147 potilasta, joille tehtiin percutaaninen sydänverisuonien interventiatio ja jotka eivät olleet päivystyspotilaita. Tuloksena akuutin munuaisvaurion riski pieneni monien asioiden summana, kun käytettiin monitieteellisiä työryhmiä, käytössä oli standardoidut nestemääräykset, käytössä oli suonensisäinen nestebolus, potilasta informoitiin suun kautta	Tilastollinen analyysi, joka toteutettiin käyttämällä Stata-järjestelmän versiota 11.2.	Hoitajien koulutuksella ja toiminnalla on merkitystä akuutin varjoaineesta johtuvan munuaisvaurion synnyssä, sillä optimoimalla tutkimuksen on potilasturvallisuus taattu. Todisteisiin perustuvien parhaiden hoitokäytäntöjen standardisointi hoitotieteessä voi vähentää varjoaineesta johtuvaa akuuttia munuaisvauriota. Tutkimus on julkaistu alan luotettavassa lehdessä Critical Care Nurse vuonna 2017 ja sen kirjoittaneet henkilöt toimivat itsekin hoitoalalla.

			nesteytyksestä ja varjoaineen tilavuutta rajoitettiin.		
VERMEULEN, C., NOURY, B., DOLLE, F., REBERGUE, H. ja BOISGARD, R. 2015. Microbial Safety Assessment of a Double Check-Valve Patient Line in a Multiuse Contrast Delivery System. Radiologic Technology 87, 139-149.	Ranska	Osoittaa turvallisen täyttö- ja injektiovälineen mikrobiologista turvallisuutta. Turvallinen täyttö- ja injektioväline on suunniteltu mahdollistamaan useiden varjoaineannosten annostelu yksittäisestä suuresta säiliöstä.	Kahta urospaviaania injektioitiin technetium-99 leimatulla albumiinillä, jotta saataisiin matkittua kontaminoitua potilasta. Tutkijat injektioivat ionisoitua varjoainetta eläimiin käyttämällä automaattisoitua voimainjektoria antecubitaaliseen suoneen. Injektiot annettiin samassa linjassa kuin moniturvaventtiilissä järjestelmässä, eli 45 kulmassa suonta kohti ja kaksi kontaktiaikaa oli määritelty kolmeen tutkimukseen ja se toistettiin kolme kertaa saaden yhteensä yhdeksän testiletkustoa. Radioaktiivisuustaso mitattiin eläinten plasmasta ja injektiojärjestelmästä. Tulokset osoittivat, että kontaminoitua ei tapahtunut letkustossa turvaventtiiliin yläpuolella.	Tilastollinen analyyysi.	Tutkimus osoittaa, että varjoaineen injektointi yksittäisestä suuresta säiliöstä vähentää tietokonetomografiatutkimusten kustannuksia, mutta siinä on olemassa riski ristikontaminaatioihin ja se vaatii valmistajia osoittamaan uudelleenkäytettävien injektiovälineiden turvallisuuden. Tutkimus on julkaistu alan arvostetussa lehdessä Radiologic Technology vuonna 2015, se on vertaisarvioitu ja sen ovat kirjoittaneet hoitoalalla työskentelevät ammatti-ihmiset.

Tutkimuskysymys 2: Säteilyturvallisuuden toteutuminen murrosikäisen lapsen pään tietokonetomografiatutkimuksessa

Lähdeviite	Maa	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimuksen suunnittelu, otanta ja tulokset	Tutkimustapa	Johtopäätös ja luotettavuus
BOICE, J. 2013. Radiation epidemiology and recent paediatric computed tomography studies. Annals of the ICRP, 236-248.	USA	Esittää eri maiden tutkimuksia alle 21-vuotiaiden potilaiden säteilyn epidemiologiasta.	Artikkeli käsittelee Iso-Britannian, Australian ja Taiwanilaisen tutkimuksia lasten TT-tutkimusten säteilyepidemiologiasta sekä yksittäisten annosten arvioinnin haasteita yksittäisten dosimetristen tietojen puuttuessa ja esimerkkejä käänteisistä syistä säteilyn haittavaiikutuksille.	Kirjallisuuskatsaus	Tutkimukset osoittavat, että pienet annokset ovat syy-seuraussuhteessa lasten syöpätauteihin eikä niillä ole paljon kliinistä merkitystä. Huomattiin myös, että vanhemmilla lapsilla säteilylle altistumisen vaikutukset olivat suurempia kuin nuoremmilla, etenkin aivokasvainten osalta. Artikkeli on ICRP:n (International Commission on Radiological Protection) vuonna 2013 julkaisema,

					ja sen on kirjoittanut terveydenhuollon ammattilainen.
TEPPER, B., BRICE, J. ja HOBGOOD, C. 2012. Evaluation of radiation exposure to pediatric trauma patients. The journal of emergency medicine 44, 646-652.	USA	Arvioida pediatrien tyypillisten traumapotilaiden kumulatiivista efektiivistä annosta ja määrittää potilaiden sekä vastaanotettujen tutkimusten tunnusomaisia piirteitä.	Tutkimus suoritettiin retrospektiivisesti vuoden 2006 ajalta, ja tutkimukseen osallistuneiden lasten (n=75) keski-ikä oli 11,7 vuotta. Kumulatiivinen efektiivinen säteilyannos laskettiin käyttämällä annoksen ja pinta-alan tuloa sekä ikäkerointia. Keskimääräisin annos lasten traumatietokone-tomografiatutkimuksilla oli 11,4 mSv, jotka tehtiin ensimmäisen vuorokauden aikana vammasta. Näistä potilaista 16 % kävivät uudelleen tietokonetomografiatutkimuksessa seuraavan kuuden päivän kuluessa, joista säteilyannosta tuli keskimäärin lisää 4 mSv.	Tilastollinen analyysi	Pediatriset tyypilliset traumapotilaat saavat suuren säteilyannoksen heidän aikaisessa kehitysvaiheessaan. Vielä suuremman säteilyannoksen saavat potilaat, jotka ovat siirretty ulkopuolisista sairaaloista. Tutkimuksen ovat tehneet terveydenhuollon ammattilaiset ja se on julkaistu alan arvostetussa lehdessä The journal of emergency medicine vuonna 2012.
KING, M., KANAL, K., RELYEA-CHEW, A., BITTLES, M., VAVILALA, M. ja HOLLINGWORTH, W. 2009. Radiation exposure from pediatric head CT: moni-instituuttinen tutkimus. Pediatric Radiology 39, 1059-1065.	USA	Tutkia säteilyannoksia lasten pään TT-tutkimuksissa traumakeskuksessa ja paikallisessa lastensairaalassa.	Satunnainen joukko (n=240) 0-14-vuotiaita lapsia traumakeskuksesta verrattiin samanlaiseen tutkimukseen paikallisesta lastensairaalasta. Kaikki lapset olivat olleet vähintään yhdessä pään TT-tutkimuksessa. Tuloksena efektiivinen annos oli sekä traumakeskuksessa että paikallisessa lastensairaalassa suurempi nuoremmilla lapsilla kuin vanhemmilla lapsilla.	Tilastollinen analyysi	Efektiivinen annos lasten pään CT:ssä oli suurempi nuoremmilla lapsilla kuin vanhemmilla lapsilla, mutta se vaihteli merkittävästi instituuttien välillä. Tutkimus on vertaisarvioitu ja sen kirjoittaneet henkilöt työskentelevät myös itse terveydenhuollon alalla. Tutkimus on julkaistu alan arvostetussa lehdessä Pediatric Radiology vuonna 2009.
NIEVELSTEIN, R., VAN DAM, I. ja VAN DER MOLEN, A. 2010. Multidetector CT in children: current concepts and dose reduction strat-	Hollanti	Keskittyä teknillisiin ja ei-teknillisiin näkökulmiin, jotka ovat relevantteja pediatrien multidetektor-TT:n optimoimiselle ja joihin sisältyy säteilyannosten	Artikkelissa on purettu multidetektoritietokonetomografian käyttöön lapsilla, käyden läpi tutkimuksen oikeutusta, optimointia ja kansainvälisiä aloitteita.	Kirjallisuuskatsaus	Lasten säteilyannosten ja siihen liittyvien riskien vähentämisen pitäisi olla yksi radiologien isoista päämääristä, erityisesti multidetektor-TT:tä käytettäessä. Tämä saavutetaan teke-mällä tutkimukset vain sil-

egies. Pediatric Radiology 40, 1324-1344.		suositukset TT-protokolliin.			loin, kun tutkimus on tunnolla oikeutettu ja optimoitu. Artikkeli on vertaisarvioitu, se on julkaistu alan arvostetussa lehdessä Pediatric radiology vuonna 2010 ja sen kirjoittaneet henkilöt ovat terveydenhuollon ammattilaisia.
HESS, E., WYATT, K., KHARBANDA, A., LOUIE, J., DAYAN, P., TZIMENATOS, L., WOOTTON-GORGES, S., HOMME, J., PENCILLE, L., LEBLANCH, A., WESTPHAL, J., SHEPAL, K., SHAH, N., BRANDA, M., HERRIN, J., MONTORI, V. ja KUPERMANN, N. 2014. Effectiveness of the head CT choice decision aid in parents of children with minor head trauma: study protocol for a multi-center randomized trial. Trials 15, 253.	USA	Tutkimuksen tarkoituksena on kuvailla menetelmiä, joilla kehitetään päätöksentekoprosessin tehokkuutta, jotta voidaan helpottaa yhteistä päätöksentekoa vanhempien kanssa siitä, tehdäänkö pään TT-tutkimus vai tarkkailaanko lasta tarkemmin kotona.	Tutkimus toteutettiin viidessä eri ensiapuosastolla Minnesotassa ja Kaliforniassa. Tutkimukseen osallistui vanhempiensa kanssa ensiapuun tulevia alle 18-vuotiaita lapsia (n=950), joilla on todettu tylppä päätrauma 24 tunnissa ja joilla on vähintään yksi kliinisesti tärkeä TBI-riskitekijä. Potilaista arvottiin, että kuka sai päätöksentekoapua ja kuka perinteistä hoitoa. Tällä päätösavustuksella on mahdollista räätälöidä TT:n käyttöä riskitietojen perusteella ja kehittää hoidon kokemuksta lapsilla, joilla on lievä pään trauma sekä parantaa kokemuksia kiireisillä ensiapuosastoilla.	Tilastollinen analyysi	Tämä useassa paikassa toteutettu tutkimus arvioi voimakkaasti potilaskeskeisten tulosten, turvallisuuden, päätöksenteon tehokkuuden ja terveydenhuollon hyödyntämisen lapsilla, joilla on vähäinen pään trauma. Tutkimus on julkaistu alan arvostetussa lehdessä Trials vuonna 2014 ja sen kirjoittaneet henkilöt toimivat itsekin terveydenhuollossa.
HARTIN JR, C., JORDAN, J., GEMME, S., GLICK, P., CATY, M., OZGEDIZ, D. ja BASS, K. 2012. Computed tomography scanning in pediatric trauma: opportunities for performance improvement and radiation safety. Journal of surgical research 180, 226-231.	USA	Tutkia lapsien traumakuvantamisen säteilyturvallisuutta ei-pediatrisissa laitoksissa sekä pediatriassa traumakeskuksissa.	Tutkimus suoritettiin vuosien 2000 ja 2010 välillä, ja siihen osallistui 0-17-vuotiaita lapsia (n=1335). Tutkimus toteutettiin retrospektiivisesti ja aineisto kerättiin traumatietokannasta. Tutkimuksen tulosten mukaan suurin osa tietokonetomografiatutkimuksista tehtiin ei-pediatrisissa laitoksissa, joista 17,9 % uusittiin pediatrisissa traumakeskuksissa. Yleisin traumatutkimus lapsilla oli pään tietokonetomografiatutkimus, joita	Tilastollinen analyysi	Suurin osa lasten traumakuvantamisista tapahtuu ei-pediatrisissa laitoksissa, joten näiden laitosten tulee suorittaa ne mahdollisimman optimoiden, jotta lapsille tulisi mahdollisimman vähän säteilyannosta. Pediatrinen traumakeskus voisi kouluttaa muita laitoksia lasten tietokonetomografiatutkimusten indikaatioista, annoksista ja säteilyn vähentämisen protokollista. Tutkimus on julkaistu vuonna 2012 alan arvostetussa lehdessä Journal of

			oli tutkimuksista jopa 52 %.		surgical research ja se on vertaisarvioitu. Sen kirjoittaneet henkilöt toimivat myös itse terveydenhuollon toimialalla.
HOJREH, A., WEBER, M. ja HOMOLKA, P. 2015. Effect of staff training on radiation dose in pediatric CT. European journal of radiology 84, 1574-1578.	Itä-valta	Arvioida henkilöstön koulutuksen vaikutavuutta lasten tietokonetomografiatutkimusten säteilyannoksiin.	Tutkimus suoritettiin ti-lastollisesti vertailemalla lasten säteilyannoksia viidellä eri TT-laitteella ennen ja jälkeen henkilöstön koulutuksen, ja mukana oli kallon, rintakehän, vatsa-lantion ja var-talon alueen kuvauksia. Lasten tietokonetomografiatutkimusten säteilyannokset pienenivät merkittävästi henkilöstön koulutuksen jälkeen var-sinkin kallon, rintakehän ja vatsan/lantion alueen tutkimuksissa.	Tilas-tollinen ana-lyysi	Henkilöstön koulutus sekä säteilyannosten vertailuta-sojen käyttö tarjoavat yh-dessä tehokkaan keinon optimoida lasten tietokone-tomografiatutkimusten sä-teilyannoksia. Tutkimus on julkaistu vuonna 2015 alan arvoste-tussa lehdessä European journal of radiology ja se on vertaisarvioitu. Sen kir-joittaneet henkilöt toimivat myös itse terveydenhuol-lossa.
REHANI, M. 2014. Multi-national find-ings on radiation pro-tection of children. Pediatric radiology 44, 475-478.	USA	Artikkeli käsittelee lasten säteilyturvalli-suuden ongelmia monissa kehittyvissä maissa.	Kirjallisuuskatsaus, joka kokoaa yhteen IAEA:n kehittyvistä maista tehty-jen tutkimusten dataa. Neljässäkymmenessä maassa tutkimuksista keskityttiin pelkästään lapsiin ja kahdessatoista maassa tutkimuksista mukana oli lapsien lisäksi myös aikuiset. Säteilyannokset lapsilla olivat pienemmät Euroo-passa kuin Aasiassa tai Afrikassa, joissa tietoko-netomografiatutkimuksia suoritettiin kaksinkertai-sesti enemmän.	Kirjali-suus-katsaus	Käsiteltyjen tutkimusten tulokset viittaavat, että on maailmanlaajuinen tarve yhdenmukaisille käytän-nöille ja tehokkuudelle las-ten tietokonetomogra-fiatutkimuksille. Artikkeli on julkaistu vuonna 2014 alan arvoste-tussa lehdessä Pediatric ra-diology ja se on vertaisar-vioitu. Artikkelin on kirjoit-tanut terveydenhuollon ammattilainen.

LIITE 2. SWOT-ANALYYSI

<p>Vahvuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Korkea motivaatio - Tieteellinen kirjoittaminen mukavaa ja sujuu omasta mielestäni ihan hyvin - Osaan tehdä ajankäyttösuunnitelmia 	<p>Heikkoudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - TT- harjoittelu vasta opinnäytetyön aikana, ei käytännön tietoa alussa - Lähdeviittausta pitää vielä harjoitella - Itsekritiikki, vaadin itseltäni paljon
<p>Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Loppusyksyssä paljon aikaa opinnäytetyölle - TT- harjoittelu, saan siitä varmasti enemmän irti, kun olen tehnyt teoreettista viitekehystä opinnäyttyöhöni 	<p>Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keväällä kiireistä muiden opiskeluiden kanssa - Työharjoittelut vievät energian opinnäytetyöltä - Mahdolliset sairastumiset - Opinnäytetyö vie liikaa aikaa muilta opiskeluilta